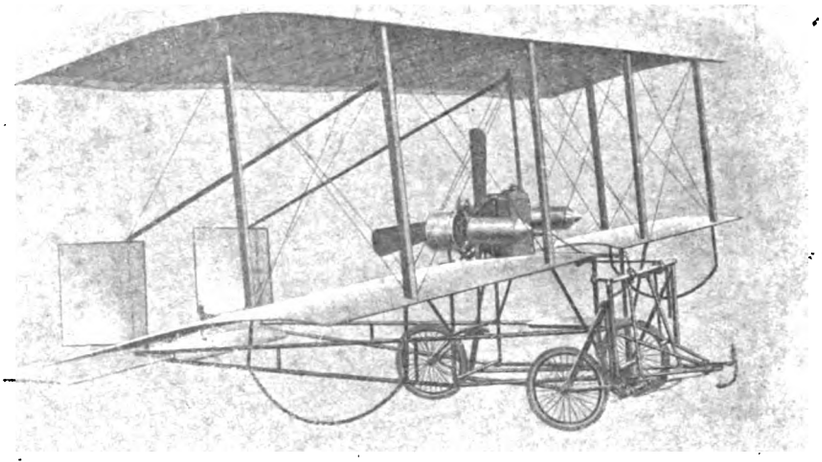
Ing. LEONIERO CEI e Cap. G. CASTAGNERIS

L'AEROPLANO E IL DIRIGIBILE

Come funzionano e come sono costruiti

Con due grandi tavole scomponibili e 69 figure nel testo



PRIMO AEROPLANO ITALIANO VITTORIOSO (SPA-FACCIOLI).

TORINO
Libreria Scientifico-Industriale S. LATTES & C., Editori
Via Garibaldi, 3 *(piazza Castello)*.
Firenze - R. BEMPORAD E FIGLIO — Bologna - DITTA N. ZANICHELLI

1910

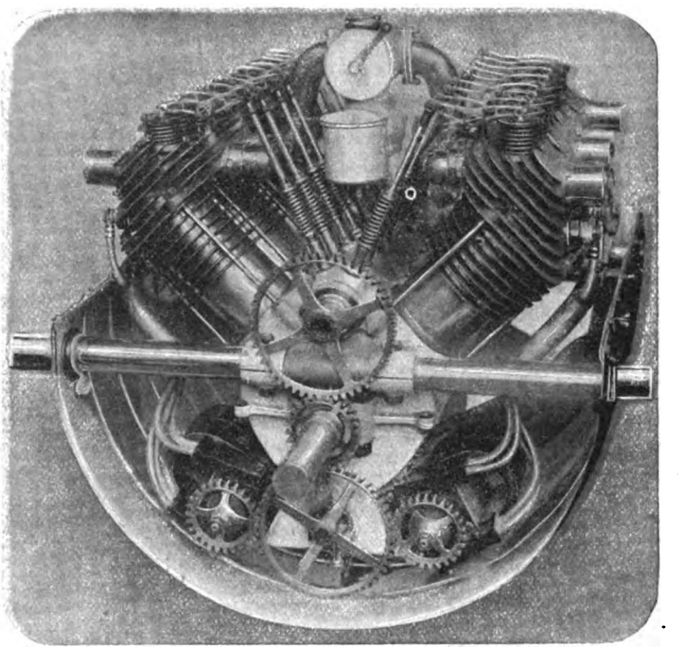
Digitized by Google

Digitized by Google

MOTORI SPECIALI

F. I. A. T.

per Dirigibili ed Aeroplani

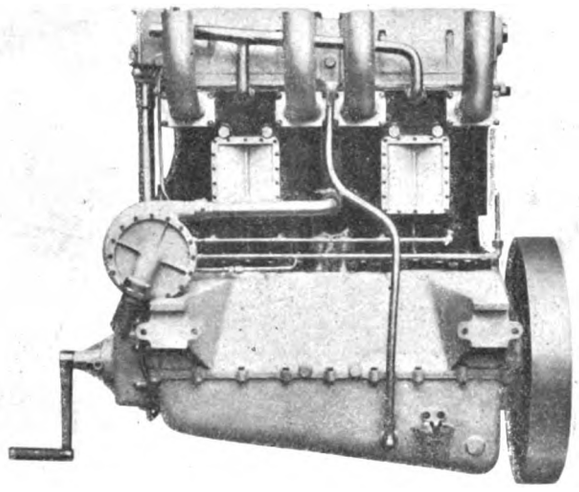


I motori **F.I.A.T.** *per Dirigibili ed Aeroplani sono stati studiati allo scopo di riunire la massima sicurezza di funzionamento ad una leggerezza ancora largamente sufficiente per il loro impiego.*

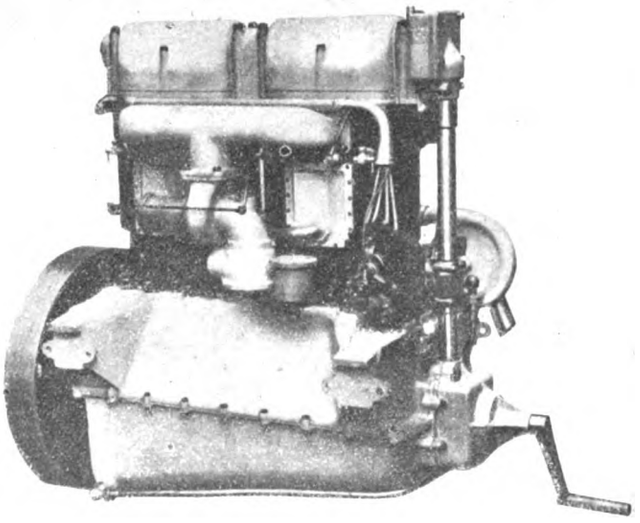
Ora, se i motori con raffreddamento ad aria, sia naturale che forzata, offrono più facilmente il modo di risolvere il problema del peso minimo, la loro sicurezza di funzionamento non può essere paragonata a quella dei motori con raffreddamento ad acqua, sia perchè in funzionamenti prolungati il raffreddamento non si può mai fare in modo uniforme per tutte le parti dei cilindri, sia perchè essendo impossibile di ammettere, con questo sistema, dei cilindri superiori ad un certo diametro, occorre aumentare il numero normale dei cilindri per motori delle potenze da 50 a 100 HP fino a 8-12-16, con le relative complicazioni dei comandi,

Digitized by Google

accensioni, carburatori, ecc., complicazioni, che finora in tutti i motori di questo genere sono piuttosto state girate che risolte.



Perciò la **F. I. A. T.,** *che all'inizio degli studi d'aviazione, quanao sembrava condizione assoluta l'avere dei motori col peso massimo di Cg. 1,5 per cavallo-effettivo, aveva già, a scopo di esperienza, costruito qualche motore con*

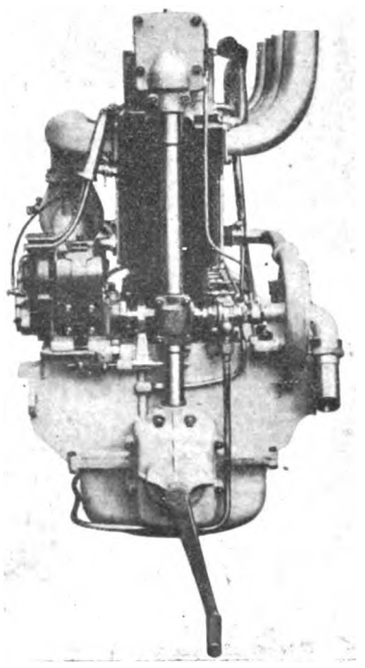


raffreddamento ad aria, è ritornata in seguito al sistema del raffreddamento ad acqua, cercando di ottenere una leggerezza con disposizioni speciali nella costruzione dei motori.

Il tipo di motore attualmente adottato è a 4 cilindri, fusi in un solo blocco per i tipi più piccoli, in due coppie di due cilindri per il tipo più grande, con camicia d'acqua fusa assieme al cilindro, munita di larghe aperture con coperchi destinate sia all'alleggerimento dell'insieme, sia per permettere una visita minuta dei canali per il passaggio dell'acqua di circolazione. Il basamento e la coppa inferiore sono

Digitized by Google

in alluminio; le valvole sono disposte nella parte superiore dei cilindri; l'albero di distribuzione ad eccentrici ed i comandi delle valvole sono racchiusi entro scatole d'alluminio poste superiormente ai cilindri: l'accensione è a magnete ad alta tensione oppure anche, volendosi, del tipo a doppia accensione, con batteria di accumulatori; la circolazione d'acqua si fa per mezzo di una pompa centrifuga; la lubrificazione sotto pressione con pompa indipendente ad ingranaggi.

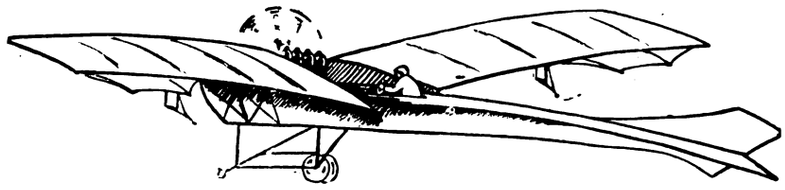


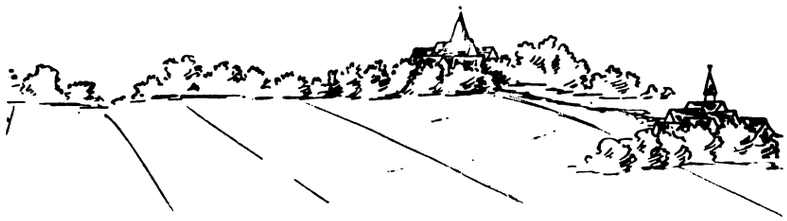
Tutte le parti in movimento sono completamente nascoste e riparate.

Questo tipo di motore è costruito in tre potenze:

TIPO **A** –	Potenza continuativa del motore a 1200 giri	HP.	**40**
	Potenza massima	»	**60**
	Peso del motore completo, con magnete, tubazioni sul motore, escluso il volante, il radiatore e l'acqua nei cilindri	Kg.	**100**
TIPO **B** –	Potenza continuativa del motore a 1200 giri	HP.	**65**
	Potenza massima	»	**80**
	Peso del motore, come sopra	Kg.	**150**
TIPO **C** –	Potenza continuativa del motore a 1200 giri	HP.	**100**
	Potenza massima	»	**130**
	Peso del motore, come sopra	Kg.	**220**

Digitized by Google





LATHAM, su monoplano Antoinette con **TELE MICHELIN** detiene il record mondiale di altezza.

TELE MICHELIN per aeroplano, a semplice o a doppio strato di gomma con resistenza fino a 1.100 kg. al mq. e peso da 120 a 190 gr. il mq.

PNEUMATICI MICHELIN di slancio e di atterramento
Completi: cerchio, copertura, camera d'aria e valvola

CORDONI ESTENSORI MICHELIN per carrelli di aeroplano.
In tre modelli: grande, piccolo e medio

Agenzia Italiana **Pneumatici MICHELIN** = **MILANO** - *Via Foro, n. 1.*

OLEOBLITZ

" MAXIMUM „

TIPO SPECIALE PER MOTORI D'AVIAZIONE

Digitized by Google

L'AEROPLANO E IL DIRIGIBILE

Digitized by Google

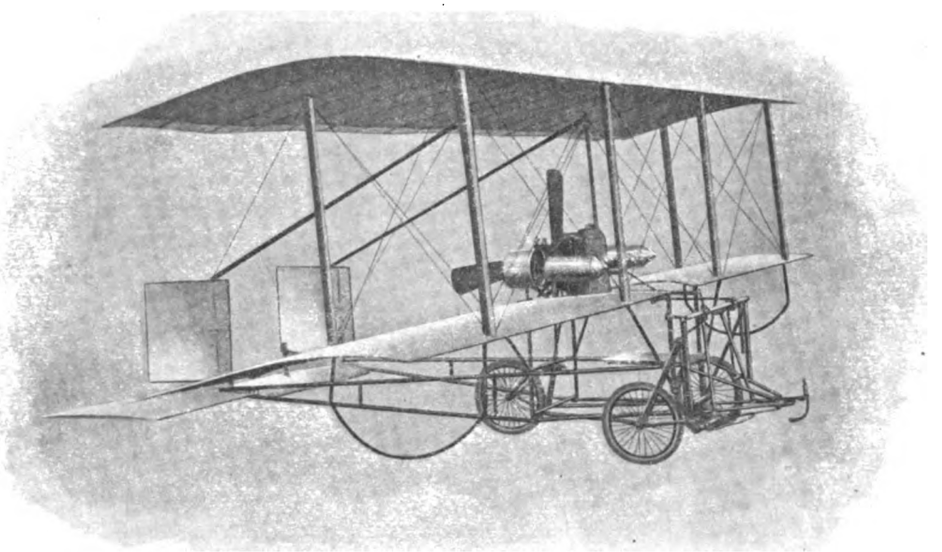
Digitized by Google

Ing. LEONIERO CEI e Cap. G. CASTAGNERIS

L'Aeroplano e il Dirigibile

Come funzionano e come sono costruiti

Con due grandi tavole scomponibili e 69 figure nel testo



PRIMO AEROPLANO ITALIANO VITTORIOSO (SPA-FACCIOLI).

TORINO
Libreria Scientifico-Industriale S. LATTES & C., Editori
Via Garibaldi, 3 *(piazza Castello).*
Firenze - R. BEMPORAD E FIGLIO — Bologna - DITTA N. ZANICHELLI

1910

Digitized by Google

PROPRIETÀ LETTERARIA

Torino, 1910 — Coi tipi della Ditta Eredi Botta - Via del Carmine, 29.

Digitized by Google

PREFAZIONE

La conquista dell'aria è fatta: ciò che s'intravedeva come in un sogno è ormai realtà: l'uomo percorre oggi lo spazio senza valersi dei venti e domani lo percorrerà col loro aiuto e contro di essi.

Come tutte le conquiste, anch'essa ha proceduto più dall'audacia che dalla scienza, ma questa, sempre vigile, tesse già la sua rete di sostegno e ne prepara, com'è suo còmpito, la base solida e sicura.

Gli aerostati, i dirigibili, gli aeroplani, sono i veicoli sui quali l'umanità corre rapida alla nuova conquista nella sua ardente ricerca del nuovo, nell'insaziabile desiderio di elevazione, nell'orgoglioso intento di asservire ai suoi fini sconfinati, tutte le energie, tutti i mezzi di cui la natura dispone.

Ma se il progresso dell'aeronautica è ora continuo e prodigioso e tanto suffragio d'interessamento riscuote ogni nuovo elemento portato al grande problema, pur nondimeno, mai, come in questo nobile campo di studio, il cammino dell'uomo fu più lento ed incerto.

Da oltre quattro secoli, il problema del volo fu posto da un sommo italiano, Leonardo da Vinci, e da 125 anni il primo aerostato fu lanciato nell'aria, eppure può dirsi appena di oggi la possibilità di dirigere i palloni e appena credibile appare la guida intelligente e sicura, il volo, di un meccanismo più pesante dell'aria.

(RECAP)
9250

Digitized by Google

Ma il dado è tratto: tutti i più civili paesi sono in gara: Parigi ha già il suo salone d'aeronautica, gli eserciti possiedono il loro parco aerostatico, con palloni frenati e dirigibili, numerose fabbriche attendono alla costruzione di apparecchi di aviazione, libri e giornali diffondono le più importanti questioni sull'argomento, mantenendone vivo l'interesse e lo studio.

Se poniamo mente, per un istante, allo sviluppo delle ferrovie ed a quello della navigazione, possiamo ben farci un'idea di quello che sarà, in breve tempo, l'incremento ed il successo della locomozione aerea.

Le distanze, già quasi scomparse, saranno ancora diminuite, le barriere che ora frammentano la superficie terrestre, scompariranno, le guerre stesse, rese impossibili dalla loro potenza distruggitrice, non saranno più che un barbaro ricordo, ed un ampio manto di fratellanza avvolgerà tutti gli abitanti della terra, nella unica e comune lotta per l'esistenza e la felicità.

Questo, il lieto quadro che l'avvenire ci prepara, e nel quale il nostro Paese, maestro antico di civiltà, figurerà sicuramente in prima fila: augurio e speranza nostra.

Da tutto ciò non potrebbero apparire, in modo più manifesto, l'utilità e l'opportunità di uno studio, inteso a volgarizzare quanto l'uomo ha saputo immaginare di più ardito ed attuare coi mezzi più semplici e modesti.

Digitized by Google

NOTE TECNICHE

Di alcuni gas.

Aria. — L'*aria* è un miscuglio di gas, tra i quali prevalgono l'ossigeno e l'azoto, uniti a traccie di anidride carbonica, di ammoniaca e maggior quantità di vapore acqueo, nonchè di gas rari, quali l'argon, l'elium, ecc.

Essa forma l'involucro gassoso che circonda il nostro globo, per uno spessore non ben determinato, chiamasi *atmosfera* ed il suo peso dà luogo ad una pressione sulla superficie terrestre detta appunto *pressione atmosferica,* corrispondente a Cg. 10.330 sopra un m^2 alle condizioni normali, e cioè a livello del mare, a 0° ed alla latitudine di Parigi.

Alle medesime condizioni il *peso specifico* (densità) dell'aria secca, fu determinato in Cg. 1,2932, ma esso varia sotto l'influenza della temperatura, della latitudine, dell'altimetria, del grado di umidità e della pressione, ed il suo valore effettivo P può esprimersi colla formula:

$$P = 1{,}292746\,[1 - 0{,}00255\cos 2\lambda - 0{,}000314\,z]\,\frac{p - 0{,}375\,\varphi}{10.330}\,(1 - 0{,}00367\,t) \qquad (1)$$

nella quale:

λ rappresenta la latitudine in gradi
z » l'altimetria in Cm.
p » la pressione atmosferica in Cg. per m^2
φ » la tensione del vapor d'acqua in Cg. per m^2
t » la temperatura in gradi centigradi.

E prendendo per φ il valore medio trovato di 120 Cg., e trascurando l'influenza della latitudine e dell'altimetria, si ha, più semplicemente:

$$P = 1{,}2932\left(\frac{p}{10.330} - 0{,}0044\right)(1 - 0{,}00367\,t) \qquad (2)$$

Digitized by Google

Alla pressione normale (760 mm. di mercurio o 10.330 Cg.) e per $t = 0$ si ha:

$$P = \text{Cg. } 1{,}287$$

Ma come si è convenuto di ritenere il valore dell'*atmosfera*, quale unità di misura delle pressioni, uguale a 10.000 Cg., in cifra tonda (735,5 mm. di mercurio), così si è pure convenuto, in aeronautica, di ritenere a m. 280 dal livello del mare, il fondo dell'atmosfera, al quale corrisponderebbe appunto il valore di 10.000 Cg., ed in tal caso si ottiene:

$$P = \text{Cg. } 1{,}246$$

e se invece di $\varphi = 120$, corrispondente all'aria di media umidità, riteniamo l'aria secca, cioè $\varphi = 0$, si ha:

$$P = \text{Cg. } 1{,}251$$

Nella seguente tabella sono compresi i valori tra — 20° e + 100° della densità, del volume e dell'umidità dell'aria, allo stato di saturazione.

Temperatura in gradi centigradi	Densità a 0° e 760 m/m aria secca — Cg. per m³	Volume a 1° aria secca essendo 1 a 0°	Peso a 0° aria secca essendo 1 a 0°	Peso di acqua in aria satura Cg. per m³
— 20	1,3955	0,9267	1,0791	0,001060
16	1,3738	0,9414	1,0623	0,001473
12	1,3527	0,9560	1,0460	0,002028
8	1,3323	0,9707	1,0302	0,002680
4	1,3124	0,9853	1,0149	0,003623
0	1,2932	1,0000	1,0000	0,004876
+ 4	1,2748	1,0147	0,9856	0,006370
8	1,2564	1,0293	0,9715	0,008257
10	1,2475	1,0367	0,9647	0,009372
15	1,2216	1,0587	0,9446	0,013554
20	1,2049	1,0733	0,9317	0,017177
25	1,1847	1,0916	0,9161	0,022870
30	1,1650	1,1100	0,9009	0,030130
40	1,1279	1,1466	0,8722	0,050766
50	1,0929	1,1833	0,8451	0,108399
60	1,0600	1,2199	0,8197	0,129292
70	1,0291	1,2566	0,7958	0,196640
80	1,0000	1,2932	0,7733	0,290723
90	1,9725	1,3299	0,7520	0,418832
100	0,9464	1,3665	0,7318	0,589585

Digitized by Google

Idrogeno. — L'idrogeno è un gas leggerissimo, combustibile, di alto potere calorifico (29.100 c.).

Si ottiene libero in diversi modi: coll'elettrolisi dell'acqua; col far passare il vapor d'acqua sopra un corpo ossidabile, al calor rosso; colla decomposizione dell'acqua per mezzo di metalli e con varî altri processi.

Il peso di 1 mc. d'idrogeno puro a 0° ed a $760^{m}/_{m}$ di mercurio è di Cg. 0,08958, ed alla pressione di Cg. 10.000 è di Cg. 0,0867.

Come per l'aria, così per l'idrogeno devesi però tener conto, nella determinazione del peso, dell'influenza dovuta alla latitudine, alla gravità, alla pressione, alla temperatura ed al grado igrometrico.

Se trascuriamo, come è stato fatto per l'aria, l'influenza dovuta alla latitudine ed alla gravità, il peso di 1 mc. d'idrogeno puro, può essere espresso dalla formula:

$$P = P_1 (1 - 0{,}00367\, t)\left[\frac{p}{10.000} + \frac{\varphi}{10.000}\left(\frac{0{,}806}{P_1} - 1\right)\right] \qquad (3)$$

nella quale:

$P_1 = 0{,}0867$ rappresenta il peso specifico normale alla pressione di 10.000 Cg.
t rappresenta la sua temperatura in gradi centigradi
p » la pressione in Cg.
φ » la tensione del vapor d'acqua in esso contenuto, in Cg.

Da tale formula risulta che per quanto riguarda il grado igrometrico, l'influenza dannosa del vapor d'acqua, sul peso specifico, è tanto maggiore quanto più il gas è leggero.

Nel caso dell'aria calda e secca, la cui densità abbiamo visto essere uguale a Cg. 1,251, essa diventerebbe più leggera a seconda del maggior grado di umidità, essendo minore la densità del vapor d'acqua. Infatti, i primi aerostati ad aria calda erano governati con apparecchi nei quali bruciava la paglia umida.

Se nella formula (3) poniamo:

$$p = 10.000 \text{ Cg.}, \quad t = 0°, \quad P_1 = 0.0867 \text{ Cg.}$$

si ottiene

$$P = P_1 \left(1 + \frac{\varphi}{10.000}\, 8{,}3\right) \qquad (4)$$

A voler tener conto, peraltro, del grado igrometrico e della temperatura media posseduta dall'idrogeno, ottenuto coi metodi ordinari di produzione, si avrebbe

$$P = P_1\, 1{,}355$$

In quanto al valore di P_1 che abbiamo ritenuto uguale a Cg. 0,0867, supposto l'idrogeno puro, è da osservare che in pratica invece di tale idrogeno, si ha invece una mescolanza di diversi gas, assai più pesanti dell'idrogeno e può ritenersi

$$P_1 = 0{,}194$$

Digitized by Google

Se poniamo questo valore nella formula (3), allora la (4) si trasforma nell'altra

$$P = 0{,}194\left(1 + \frac{\varphi}{10.000}\,3{,}15\right) \qquad (5)$$

e tenendo conto del grado igrometro e della temperatura, come sopra, si ha:

$$P = \text{Cg. } 0{,}220$$

Invece, l'idrogeno medio, alla temperatura cioè di 15°, ha il peso

$$P = \text{Cg. } 0{,}205.$$

Gas illuminante. — Si ottiene colla distillazione dei carboni fossili (litantrace) a lunga fiamma, e la sua fabbricazione così importante ed estesa, ed il suo uso, sono a tutti ben noti.

Ha una composizione delle più complesse; infatti, anche raggruppando sotto uno stesso nome la numerosa varietà degli idrocarburi, esso risulta costituito di idrogeno, ossigeno, anidride carbonica, ossido di carbonio, azoto, metano, ecilene, vapor d'acqua e idrocarburi pesanti.

Insieme all'aria forma delle miscele esplosive di differente intensità, entro i seguenti limiti:

1 volume di gas e 4 di aria
1 » » 13 »

Il suo peso specifico a 0° ed alla pressione di Cg. 10.000 è di Cg. 0,510.

Esso è saturo di umidità alla temperatura dell'acqua dei gazometri, ma nel gas ordinario l'influenza nel peso non è tale da richiedere che si debba essiccare per gli usi aerostatici.

Invece il gas derivato dal vapor d'acqua *(carbureted gas-water)* va depurato e si stanno esperimentando ora appositi processi industriali.

Barometria.

La pressione atmosferica si misura col *barometro*, di cui esistono due gruppi, quello a liquido e quello a secco. Il primo comprende il tipo *a pozzetto*, che è il più perfetto per determinazioni scientifiche, e quelli a sifone di Gay-Lussac e di Bunsen; ma i più diffusi nell'aeronautica, per facilità di trasporto, sono quelli del secondo gruppo, divisi in due tipi: l'*aneroide* e l'*olosterico*.

Il barometro aneroide consta di un tubo metallico a pareti sottili, nel quale è stato fatto il vuoto, fissato nel mezzo e libero di muoversi alle estremità.

Col variare della pressione atmosferica, la sezione del tubo diminuisce schiacciandosi ancora più, e in conseguenza di ciò il tubo si incurva maggiormente; e tali spostamenti sono riportati sopra un quadrante graduato, per mezzo di un indice, mosso da un gioco di leve e di ingranaggi.

Digitized by Google

Il barometro olosterico consta di una scatola cilindrica, metallica, dove si è fatto il vuoto; le due basi sono formate da una foglia metallica increspata e molto elastica e sono mantenute lontane per mezzo di una molla.

La flessione di questa molla fa equilibrio alla pressione atmosferica che tende a avvicinare le due basi, l'una all'altra, e quelle si avvicinano o si allontanano secondo che la pressione aumenta o diminuisce.

Questi movimenti amplificati per mezzo di organi convenienti, sono trasmessi a un ago che si muove davanti un quadrante graduato e sul quale si legge direttamente il valore della pressione in millimetri di mercurio.

Per la determinazione pratica dell'altezza H d'un aerostato, per mezzo di un barometro a secco, può servire la formula:

$$H = 18.500 \log \frac{p}{p_1} \qquad (6)$$

nella quale:

p, p_1 rappresentano le pressioni barometriche, in Cg. per m², di due stazioni.

Tale formula non tien conto nè della latitudine nè della temperatura e deriva dal seguente teorema di Halley: *Le altezze crescono in progressione aritmetica, mentre le pressioni diminuiscono in progressione geometrica.*

A voler tener conto invece della latitudine e della temperatura, si ha la formula:

$$H = 18.340 \left(1{,}11 + 0{,}004\, t - 0{,}11 \frac{p}{p_1}\right) \log \frac{p}{p_1} \qquad (7)$$

essendo t la media delle temperature dell'aria, alle due stazioni considerate.

Per grandi altezze la formula oggidì usata è quella di Laplace, che indicheremo in seguito, modificata però nel modo seguente:

$$H = 18.400\,(1 + 0{,}00259 \cos 2\lambda)\left(1 + \frac{H + 2h_1}{R}\right)(1 + 2T)(1 + 0{,}377\,E) \log \frac{p}{p_1} \qquad (8)$$

nella quale:

λ	rappresenta	la latitudine in gradi
h_1	»	l'altezza della stazione più bassa, sul livello del mare
R	»	il raggio terrestre
T	»	la media delle temperature dell'aria alle due stazioni
E	»	la media delle tensioni del vapor d'acqua alle due stazioni.

Coi barometri a mercurio la formula più usata, per differenze di livello inferiori al chilometro, è la seguente:

$$H = 16 \times 10^3 \left(1 + \frac{t + t_1}{500}\right) \frac{h_1 - h}{h_1 + h} \qquad (9)$$

h e h_1 essendo le altezze barometriche e t e t_1 le relative temperature centigrade dell'aria.

Per altezze maggiori si usa l'altra:

$$H = 18.336 \left(1 + \frac{t + t_1}{500}\right)(1 + 0{,}00265 \cos 2\lambda) \log \frac{h}{h_1} \qquad (10)$$

Digitized by Google

Se in quest'ultima si ponesse $h = 760\ ^{m}/_{m}$ e h_1 uguale ad una frazione di millimetro si troverebbe per H il valore di circa 50 Chilometri, ciò che in base ad alcuni fenomeni pare inferiore al vero, e l'altezza dell'atmosfera è un elemento che la scienza non ci ha ancora fornito.

Le formule sopra indicate, benchè di uso comune, non tengono conto scrupoloso di tutto e per deduzioni assai rigorose sono da impiegarsi altre formule, molto più complesse, quali quella di Laplace e quella di Gauss.

Formula di Laplace:

$$H = \left[18.336 \log \frac{h}{h_1} - 1{,}2843\,(T - T_1)\right]\left[1 + \frac{(t + t_1)}{500}\right]\left(1 + 0{,}00265 \cos 2\lambda + \frac{H + 15.926}{6.366.198}\right)\left(1 + \frac{s}{3.183.099}\right) \qquad (11)$$

nella quale le lettere rappresentano:

h l'altezza della colonna barometrica nella stazione inferiore
T la temperatura del barometro id.
t la temperatura dell'aria id.
h_1 l'altezza della colonna barometrica nella stazione superiore
T_1 la temperatura del barometro id.
t_1 la temperatura dell'aria id.
λ la latitudine
s l'altezza della stazione inferiore sul livello del mare.

Da questa formula si giunse alla (10), annullando il termine di correzione 1,2843 $(T - T_1)$, dopo di aver ridotto a 0° le colonne barometriche, l'altro termine $\frac{H + 15.926}{6.366.198}$ dovuto alla diminuzione della gravità, e quello $\frac{s}{3.183.099}$.

L'uso della formula di Laplace, come quello di tutte le formule consimili, è semplificato da speciali tabelle che dànno per le diverse latitudini, altezze barometriche e temperature, dei valori parziali già calcolati.

La formula di Gauss anche più complessa è la seguente:

$$D = 18.404{,}9\left(1 + 0{,}00367\,\frac{t + t_1}{2}\right)(1 + 0{,}0026 \cos 2\varphi)\left(1 + \frac{2s + D}{R}\right)\left[1 + \frac{3}{16}\left(\frac{\sigma}{h} + \frac{\sigma_1}{h_1}\right)\right]\left\{\log \frac{h\left(1 - \frac{T}{5550}\right)}{h_1\left(1 - \frac{T_1}{5550}\right)} + 2 \log\left(1 + \frac{H}{R}\right)\right\} \qquad (12)$$

nella quale oltre ai valori sopra indicati

R rappresenta il raggio della Terra in metri
σ id. la tensione del vapore nella staz. infer. in mm. di colonna di mercurio
σ_1 id. id. id. super. id.

Digitized by Google

Per determinazioni soltanto approssimate possono servire le seguenti tabelle:

Tabella I.

Media delle temperature alle due stazioni	Altezza in millimetri corrispondente a 1 m/m di differenza pei seguenti valori della media tra le due altezze barometriche, in millimetri										
	760	750	740	730	720	710	700	650	600	550	500
— 5°	10 4	10 5	10 7	10 8	11 0	11 1	11 3	12 1	13 2	14 4	15 8
0°	10 6	10 7	10 9	11 0	11 2	11 3	11 5	12 4	13 4	14 6	16 1
+ 5°	10 8	11 0	11 1	11 2	11 4	11 5	11 7	12 6	13 6	14 9	16 4
10°	11 0	11 1	11 3	11 4	11 6	11 7	11 9	12 8	13 9	15 2	16 7
15°	11 2	11 3	11 5	11 6	11 8	11 9	12 1	13 1	14 1	15 4	17 0
20°	11 4	11 5	11 7	11 8	12 0	12 2	12 3	13 3	14 4	15 7	17 3
25°	11 6	11 7	11 9	12 0	12 2	12 4	12 5	13 5	14 6	16 0	17 6
30°	11 7	11 9	12 1	12 2	12 4	12 6	12 8	13 7	14 9	16 2	17 9
35°	11 9	12 1	12 3	12 4	12 6	12 8	13 0	14 0	15 1	16 5	18 1

Tabella II.

Pressione barometrica media a diverse altezze sul livello del mare (temperatura 10° C.)

Altezza sul livello del mare in metri	Altezza barometrica in mm.	Altezza sul livello del mare in metri	Altezza barometrica in mm.
100	751	1100	666
200	742	1200	658
300	733	1300	650
400	724	1400	642
500	716	1500	635
600	707	1600	627
700	699	1700	620
800	690	1800	612
900	682	1900	605
1000	674	2000	598

L'altezza effettiva dell'atmosfera, com'è detto sopra, non è stata per anco determinata e le varie ipotesi ammesse non sono esenti da gravi obiezioni; ma se immaginiamo che l'aria abbia una densità uniforme, allora è facile determinare l'altezza che avrebbe l'atmo-

Digitized by Google

sfera e che dicesi *altezza omogenea.* Indicando infatti con p la pressione in Cg. e con a il peso dell'*aria media,* pure in Cg., l'altezza omogenea A, nel luogo di pressione p sarebbe

$$A = \frac{p}{a}$$

Ed è dalle proprietà emergenti da questa altezza omogenea che è stato facile desumere le formule sopra indicate.

Alla stessa guisa di quanto accade nelle livellazioni sulla superficie terrestre, nelle quali si giunge al punto di partenza con un errore dipendente dagli stessi strumenti e dalle condizioni atmosferiche in continua variazione, così nella livellazione di un viaggio aereo, l'altezza calcolata comprende sempre un errore totale di cui conviene tener conto.

Nel caso di un barometro registratore, il diagramma devesi modificare riportando l'errore per tutta la durata del percorso di ora in ora, a cominciare da o, al suo totale valore.

Aerostatica e Aerodinamica.

L'equazione caratteristica dei gaz è della forma:

$$f(p, v, t) = 0$$

essendo p, v, t rispettivamente la pressione, il volume e la temperatura centigrada.

Essa si risolve colle due note leggi di Gay-Lussac: *le variazioni di volume di un gas, a pressione costante, sono proporzionali alle variazioni di temperatura;* e di Boyle: *il volume di un gas, a temperatura costante, è inversamente proporzionale alla pressione.*

Da queste risulta la relazione:

$$v\,p = RT.$$

nella quale T è la temperatura assoluta ed R una costante diversa da gas a gas.

Per le miscele gassose la costante è determinata, secondo la legge di Dalton, colle costanti dei gas componenti della miscela, le quali stanno tra loro in ragione inversa delle densità, e per l'aria secca

$$R = 29{,}27$$

per l'aria umida

$$R = 29{,}38$$

per l'idrogeno

$$R = 422{,}59$$

Il coefficiente di dilatazione α, uguale per tutti i gas, è

$$\alpha = \frac{1}{273} = 0{,}00367$$

valore più volte riportato nelle formule sopra indicate.

Digitized by Google

Per tutti i gas esiste una temperatura, al disopra della quale non è possibile ottenerne la liquefazione qualunque sia la pressione, questa temperatura è detta *temperatura critica* e dicesi *punto critico* quello corrispondente alla pressione ed alla temperatura critica alla quale sta per liquefarsi.

Per l'aria il punto critico è a 40 atm. ed a — 140°.

Per l'idrogeno a 35 atm. ed a — 200°.

Il *calore specifico* dei gas va distinto *a pressione costante* ed *a volume costante.*

Per l'aria i rispettivi valori sono $C_p = 0{,}23751$ e $C_v = 0{,}16847$. — Per l'idrogeno $C_p = 3{,}40900$ e $C_v = 2{,}41226$.

Le variazioni di condizioni in un gas, per effetto del calore, dànno luogo ad uno sviluppo o ad un assorbimento di lavoro. Questo si misura in chilogrammetri, ed un chilogrammetro ha per equivalente termico $\frac{1}{427}$.

Pel passaggio da un volume v_1 ad un volume v_2, il lavoro L sarà:

$$L = \int_{v_1}^{v_2} p.\, dv$$

ed il calore necessario Q, in calorie:

$$Q = C_v (t_2 - t_1) + \frac{1}{427} L \qquad (13)$$

La *forza ascensionale* d'un gas è rappresentata dalla differenza dei pesi specifici dell'aria e del gas stesso.

Indicando con P_a e con P_g i rispettivi pesi specifici dell'aria e del gas, la forza ascensionale F sarà rappresentata dalla formula:

$$F = P_a - P_g$$

e considerando l'aria di media umidità ed il gas di media umidità, per quanto è stato visto sopra, si ottiene:

$$F = (1{,}246 - P_o)(1 - 0{,}00367\, t)\frac{p}{10.000} + 0{,}00367\, P_o \frac{p}{10.000}(t' - t) \qquad (14)$$

essendo:

P_o il peso specifico normale del gas alla pressione di Cg. 10.000

t' e t le rispettive temperature del gas e dell'aria

p la pressione del gas in Cg.

La forza ascensionale media F_m è rappresentata dalla

$$F_m = 1{,}246 - P_o$$

e se indichiamo con Δ la differenza $t' - t$, possiamo scrivere la (14) sotto la forma:

$$F = F_m(1 - \alpha\, t)\frac{p}{10.000} + \alpha\, P_o \frac{p}{10.000}\Delta \qquad (15)$$

Digitized by Google

e facendo $\Delta = 0$, si ha:

$$F = F_m(1 - \alpha t)\frac{p}{10.000} \qquad (16)$$

Abbiamo visto come il peso dell'aria di media umidità sia di Cg. 1,246 e quello dell'idrogeno Cg. 0,205, quindi la forza ascensionale dell'idrogeno comune, secondo la (15) risulta:

$$F = (1{,}246 - 0{,}205)(1 - 0{,}00367\,t)\frac{p}{10.000} + 0{,}00367 \times 0{,}205\,\frac{p}{10.000}(t' - t) \qquad (17)$$

e quella del gas illuminante, essendo Cg. 0,510 il peso medio del gas, sarà:

$$F = (1{,}246 - 0{,}510)(1 - 0{,}00367 - t)\frac{p}{10.000} + 0{,}00367 \times 0{,}510\,\frac{p}{10.000}(t' - t) \qquad (18)$$

La forza ascensionale d'un aerostato è invece la differenza tra la forza ascensionale del totale volume del gas ed il peso dell'aerostato.

Indicando con H e h rispettivamente il peso dell'idrogeno introdotto in un aerostato ed il peso specifico di esso, sarà $\frac{H}{h}$ il volume occupato dall'idrogeno; e se V e P indicano il volume ed il peso delle parti solide (aeronauti, funi, navicella, involucro, ecc.) ed h_1 il peso specifico dell'aria, la forza ascensionale F sarà data dalla

$$F = \left(\frac{H}{h} + V\right) h_1 - (P + H) \qquad (19)$$

Nel salire, benchè si mantengano le condizioni costanti d'equilibrio fra il peso del volume del gas interno e quello dell'aria spostata dall'areostato, questo si dilaterà man mano, ed allora, indicando con V_1 il volume assunto dall'areostato ad un dato istante, avremmo:

$$F = (V_1 + V)\,h_1 - (P - V_1\,h) = V_1\,(h_1 - h) + V\,h_1 - P \qquad (20)$$

Ponendo F = 0, l'aerostato avrà raggiunto le condizioni di equilibrio e si fermerà; si avrà allora l'espressione:

$$V_1\,h_1 - V_1\,h + V\,h_1 = P$$

Indicando con

$$\frac{h}{h_1} = D$$

la densità dell'idrogeno rispetto a quella dell'aria, si avrà:

$$V_1\,h_1 - V_1\,h_1\,D + V\,h_1 = P$$
$$h_1\,(V_1 - V_1\,D + V) = P$$
$$h_1 = \frac{P}{V_1\,(1 - D) + V}$$

Ed affinchè l'aerostato possa continuare a salire converrà allora diminuire il valore di P. Nella pratica ciò si rende possibile col portare una parte del carico disponibile P sotto forma di materia suddivisibilissima, come, per esempio, sabbia fina, da potersene far getto secondo la necessità per alleggerire il sistema. È tale carico gettabile che si chiama *zavorra,* e per l'uso di esso servono precise norme che debbono essere ben conosciute da ogni aeronauta.

Digitized by Google

Aeronautica.

Il vento, com'è il grande nemico dei marinai, così in gran parte lo è pure degli aeronauti, con una differenza però, che i primi ne hanno un'impressione di forza e di violenza, mentre i secondi, esclusi i momenti dell'ormeggio a terra, o del distacco dal suolo, o degli atterraggi, quando sono in balìa degli strati aerei, non ricevono altra impressione che quella del suolo che passa veloce sotto i loro occhi.

In un pallone non dirigibile, non si avverte il vento e si è in sua piena ed assoluta balìa.

In un pallone dirigibile (sistemi più leggeri dell'aria) e nell'aviazione (sistemi più pesanti dell'aria), la condizione necessaria per navigare liberi e sicuri è di possedere una velocità maggiore di quella del vento stesso. La partenza e la discesa vanno d'ordinario fatte contro vento.

La velocità del vento varia da metri 2,50 al secondo fino a 45 metri, passando dal vento leggero all'uragano, secondo la seguente tabella:

Velocità del vento		Velocità del vento	
in m. al secondo	in Cm. all'ora	in m. al secondo	in Cm. all'ora
2,50	9	25,—	90
5,—	18	27,50	99
7,50	27	30,—	108
10,—	36	32,50	117
12,50	45	35,—	126
15,—	54	37,50	135
17,50	63	40,—	144
20,—	72	42,50	153
22,50	81	45,—	162

Da numerose osservazioni al riguardo, è stato rilevato, come media, che le velocità inferiori a m. 2,50 si verificano un giorno su dieci, quelle fino a m. 12,50 quattro giorni su cinque. Le condizioni oroidrografiche, e la posizione della regione rispetto ai mari ed ai continenti influiscono enormemente nel regime dei venti. Per le tempeste vi sono ben noti segni precursori per non correre il rischio di esserne sorpresi.

Digitized by Google

La pressione esercitata dal vento in funzione della velocità è data da una tabella internazionale, usata per la marina.

Indicazione del vento	Velocità in m. al secondo	Pressione in Cm. per mq.
Calma o brezza leggerissima .	0 — 1,3	0 — 0,3
Brezza leggera	3,6	1,5
Vento leggero	5,8	4,1
» disteso	8,0	7,7
» moderato	10,3	12,6
» fresco	12,5	18,9
» forte	13,2	27,9
» fortissimo	17,0	38,7
» burrascoso	21,5	55,6
» di tempesta	25,0	75,6
Forte tempesta	29,1	102,5
Tempesta fortissima	33,5	135,7
Uragano	40,2	195,5

Ma il vento non ha un movimento regolare ed uniforme, esso presenta dei salti bruschi, in più od in meno, rispetto alla velocità media, simili a pulsazioni, dovute alla natura fluida, eminentemente mobile ed elastica dell'aria, le quali possono raffigurarsi alle vibrazioni acustiche, longitudinali, delle corde.

La maggiore o minore saturazione di vapore acqueo degli strati atmosferici, la distribuzione della massa di nubi e di pulviscolo atmosferico, i fenomeni di radiazione solare e terrestre, di condensazione, le variazioni di temperatura, la pressione atmosferica e l'altitudine, i caratteri oroidrografici e la natura del terreno delle regioni attraversate, ecc., influenzano grandemente i caratteri dei movimenti ondosi dell'atmosfera.

Queste ondulazioni divengono più regolari a maggiore altezza dal suolo. La maggior lunghezza d'onda si ritrova negli strati aerei elevati, ed anzi si può dire che la lunghezza d'onda è in relazione con l'altitudine. In media, negli strati inferiori la lunghezza d'onda varia da 500 a 2000 metri, con un'ordinata massima di circa 100 metri.

Sulla determinazione della resistenza dell'aria esistono studi interessantissimi ed esperimenti ingegnosissimi, ma non abbiamo ancora riguardo all'aeronautica una teoria matematica alla quale potersi attenere in modo sicuro riguardo ai fenomeni aerodinamici da cui dipende la resistenza opposta dall'aria al moto dei sistemi aeronautici.

Senonchè noi ne conosciamo già abbastanza per poter determinare le dimensioni dei piani di sostegno degli aeroplani, come pure la forma e le proporzioni più convenienti dei dirigibili.

La formula più antica della resistenza R dell'aria, contro una superficie piana, mossa ortogonalmente, è quella di Newton:

$$R = k\,d\,s\,v^2$$

Digitized by Google

nella quale

k indica un coefficiente costante
d » la densità dell'aria
s » la superficie
v » la velocità.

Secondo tale formula la resistenza è proporzionale alla densità, al quadrato della velocità ed alla superficie.

Un'altra formula, fondata sulla quantità di moto e sull'analogia della resistenza dell'acqua, è la seguente:

$$R = k\,d\,s\,\frac{v^2}{2g}$$

essendo g il valore della gravità.

La formula esatta, ancora da trovarsi, non ammette certamente costanti indipendenti dalla forma e natura della superficie ed apparisce così complessa da potersi *a priori* ritenere ch'essa non sarà unica. Intanto, a seconda degli esperimentatori e dei metodi usati, il coefficiente k è risultato diverso, ma quello che si ritiene oggidì più comunemente è $k = 0{,}085$, a 0° ed a livello del mare (760 $^{m}/_{m}$).

Pei piani obliqui, si ammetteva un tempo la formula che serve ancora pei piccoli valori della resistenza R_1:

$$R_1 = R\,\text{sen}^2\,\alpha$$

essendo α l'angolo formato dalla superficie colla direzione del moto.

Secondo il Lössl, la formula da usarsi e quella infatti generalmente usata è:

$$R_1 = R\,\text{sen}\,\alpha$$

e secondo il Marey e Gerlach:

$$R_1 = R\,\frac{(4+\pi)\,\text{sen}\,\alpha}{4+\pi\,\text{sen}\,\alpha}.$$

Altre formule dettarono il Langley, il Joëssel, il Duchemin, ecc., e finalmente il Soreau approfondì il problema studiando il fenomeno fisico nei riguardi dell'influenza dei filetti fluidi compressi ed agitati dalla superficie in moto e dal rapporto dei lati del rettangolo da essa formato.

Egli propose la formula:

$$R_1 = R\,\text{sen}\,\alpha\left[1 + \frac{1 - m\,\text{tang}\,\alpha}{\frac{1}{(1+m)^2} + \frac{2m}{1+m}\,\text{tang}\,\alpha + 2\,\text{tang}\,\alpha}\right]$$

dove m è una funzione semplice $f(l, h)$ dei lati del rettangolo

$$m = \frac{l-h}{l+h}$$

essendo $l > h$.

Tale formula concorda, a seguito di molte esperienze eseguite, ed in determinati casi con alcune delle formule suindicate.

Digitized by Google

Sempre secondo il Soreau, la distanza z tra il *centro di figura* ed il *centro di pressione* è rappresentata dalla:

$$z = \frac{h}{2}\left[1 + \frac{1}{2\,(1 + 2\,\text{tang}\,\alpha)}\right]$$

Quando trattasi di superfici curve, anzichè piane, le formule della resistenza dell'aria sono evidentemente diverse e per esse si considera in genere per l'angolo d'incidenza quello formato dalla corda che sottende la superficie curva, e come elementi caratteristici complementari l'altezza della saetta e la distanza di questa dall'origine della superficie.

Nei casi dei corpi fusiformi, come quelli dei dirigibili e delle carene degli aeroplani, la resistenza dell'aria è espressa dalla formula generale

$$k\,S\,v^{f(v)}$$

nella quale, nei limiti della velocità ordinaria da considerarsi nell'aeronautica $f(v)$, si può ritenere costante e precisamente eguale a 2.

Per tali carene non devesi considerare però la sola sezione maestra, bensì anche la resistenza superficiale di attrito, la quale è data dalla espressione

$$2\,\pi\,x\,v.^{\beta}\,r^2\,\Psi\,(r)$$

in cui x è il coefficiente d'attrito superficiale, r il raggio della sezione maestra.

Sommando le due espressioni ed a $f(v)$ dando il valore ordinario, si deriva

$$R = \pi\,r^2\,v^2\,\{k + 2\,x\,v^{-0,15}\,\Psi\,(r)\}$$

Una notevole importanza pel calcolo dell'avanzamento, ha la resistenza opposta dall'aria alla navicella, agli organi di governo, alle corde, ecc., tanto che le prove compiute col dirigibile *France* dettero questo risultato:

La resistenza del solo pallone avrebbe dovuto essere, in seguito ad esperienze eseguite

$$R = 0{,}00223\ D^2\ V^2$$

mentre la resistenza totale risultò di

$$R = 0{,}01685\ D^2\ V^2$$

vale a dire, quasi otto volte maggiore.

Digitized by Google

IL PROGRESSO STORICO
DELL'AERONAUTICA

Aviazione.

Periodo antico (fino al 1700). — Il desiderio di poter volare, imitando gli uccelli, è sempre stato vivissimo negli uomini fin dai tempi più remoti.

Narra Ovidio, nelle *Metamorfosi,* che Dedalo, celebre scultore ateniese e meccanico di genio, per isfuggire la collera del re Minosse, fabbricasse delle ali con piume e cera, sulle quali, mantenendosi in equilibrio, gli riuscì facile il volo. Insegnò anche al figlio Icaro la nuovissima arte, ma questi, spinto dall'ebbrezza dello spazio, non seguì i consigli del padre, e, innalzandosi di troppo, s'avvicinò così al sole da provocare lo squagliamento della cera e la rovina delle ali, precipitò quindi nel mare e miseramente perì.

Trattasi evidentemente di leggenda, ma la descrizione accurata delle ali e lo slancio del volo, preso, come si è poi fatto dai più moderni aviatori, dall'alto di una collina dominante il piano, fanno ritenere che il racconto si riferisca ad un tentativo reale, poeticamente descritto ed esaltato.

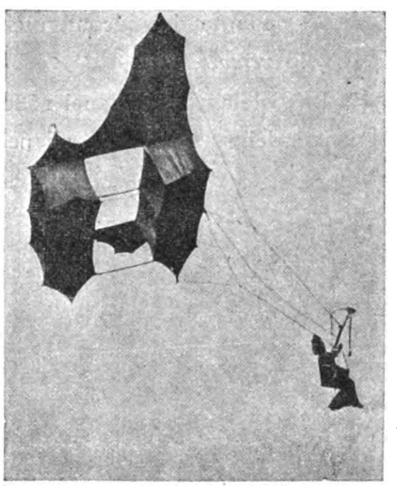


Fig. 1 — Cervo-volante montato dalla signora Cody

È a tutti noto il cervo-volante dei ragazzi, ed è a molti noto che esso data almeno da Architas, ben 400 avanti l'era nostra. Dalle forme varie di giocattolo è pervenuto alle forme più grandi, secondo cui oggi lo si impiega in meteorologia, nella fotografia aerea, per usi di ricognizione militare. E la sicurezza del sostentamento che esso fornisce non potrebbe essere meglio dimostrata che dal modello usato in Russia e da quello usato in Inghilterra per servizio militare, e che vediamo montato con gentile arditezza dalla signora Cody (fig. 1).

A cognizione, pure generale, è la prima geniale idea del 1670, del Padre Lana, che dette origine all'aerostatica, e da cui i fratelli Montgolfier crearono forse la prima pratica applicazione.

Digitized by Google

Or bene, in tutte le vie di studio e di cimento, l'uomo si trovò sempre di fronte due ostacoli straordinari: la tenuità dell'aria e la violenza dei suoi moti. E la mente dell'uomo, che lenta, lenta, progredì sino ad oggi a crearsi quelle meravigliose fonti di energia di cui vediamo oggi moltiformi applicazioni, sin tanto non ebbe recenti mezzi di potenti energie, nelle più ridotte proporzioni di peso e spazio, dovette riconoscere sempre la inanità dei vari tentativi.

Nelle *Relazioni dell'India,* nelle storie dei popoli dell'Asia Minore, della Grecia, dei tempi di Nerone, e via, via all'undecimo, dodicesimo, tredicesimo secolo in Inghilterra, fra i Saraceni, i Portoghesi, in Francia, ovunque è cenno dell'istinto vivo che stimolava l'uomo a spaziare per l'aria similmente agli uccelli ed agli insetti.

Solo però, nel 15° secolo, una mente straordinaria — il nostro Leonardo da Vinci — traccia, in preziosi manoscritti uno studio dettagliato del volo e della struttura degli uccelli, e disegna caratteristici congegni atti a dotare l'uomo di mezzi simili a quelli degli uccelli, per prendere appoggio sull'aria ed imitarne il volo.

Nè a questo si limita: poichè intuisce ancora la concezione precisa dell'elicottero.

Adunque, a Leonardo da Vinci ed al 1500 rimonta la prima intuizione dettagliata e tecnica di due congegni meccanici atti, l'uno al volo dell'uomo, l'altro a sollevarlo nell'atmosfera; ed, a suo titolo di merito, rimontano pure alcuni studi e modelli per misurare la reazione dell'aria battuta da pale o superfici di date dimensioni.

Da questi studi e modelli egli deriva ancora il *paracadute*.

Lo studio del volo è anche particolarmente fatto nel medio evo dai falconieri: arte che trasmette, di generazione in generazione, le più importanti osservazioni, sui caratteri e modalità del volo di differente specie di uccelli, sulle manovre degli uni per piombare sulla preda, degli altri per sfuggirne: particolarmente interessanti quelle degli uccelli cacciatori.

Ed è appunto dai falconieri che vengono distinte le due specie di volo: volo a *vela* e volo *remoso*.

Del napoletano Borelli, nel 1680, è pure universalmente accettata la teoria meccanica da lui data delle azioni delle ali nel volo, le proprietà della forma affusolata del corpo, e della flessibilità ed elasticità delle ali.

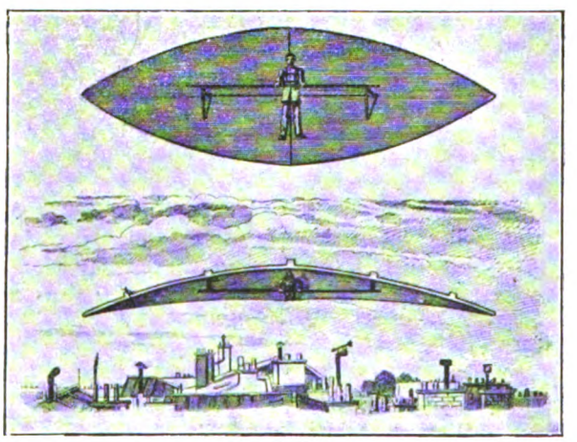


Fig. 2 — Ornitottero Meerwein.

Tra il 1500 ed il 1700 si delineano così tre ordini distinti di studi per l'aviazione, e cioè: 1° il riprodurre il volo con ali battenti (apparecchi ornitotteri); 2° il sollevamento e sostentamento con eliche (elicotteri); 3° il sostentamento e volo con paracadute (aeroplani).

Periodo medio (dal 1700 al 1800). — Negli ornitotteri, ossia ad ali battenti, abbiamo i tentativi del Gusmao, del marchese di Bacqueville, del Blanchard, del Meerwein (fig. 2). Di questi, il più notevole è quello del Meerwein.

Digitized by Google

Negli elicotteri abbiamo i lavori di Launoy e Bienvenu (fig. 3), e del Cayley, con modelli a molla di balena, presentati anche alle Accademie di Francia e Londra.

Circa gli aeroplani si notano il Franklin, e il De Romas, con cervi volanti: e da questi il Franklin è persino indotto all'invenzione del parafulmine. Il Montgolfier, il Lenormand, il Blanchard ed il Garnerin provano semplici modelli di paracadute.

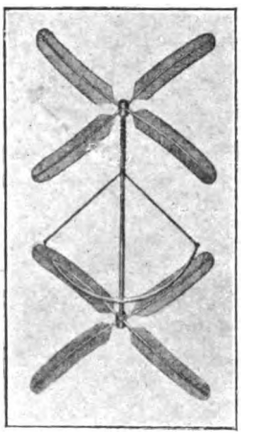


Fig. 3 — Elicottero Launoy e Bienvenu.

Periodo moderno (dal 1800 al 1900). — Nel 1800 l'attività ed il numero degli studiosi e dei tentativi cresce enormemente. Tale secolo va però diviso in tre periodi: l'uno va dal 1800 al 1868, epoca della prima Esposizione di aviazione, organizzata dalla *Aeronautical Society* di Londra; l'altro, dal 1868 alla grande Esposizione di Parigi del 1889; il terzo da quest'ultima al nuovo secolo, il 1900.

Nel primo periodo si applicano agli ornitotteri:

Degen (1808), orologiaio, che costruisce un apparecchio ad ali (fig. 4) e lo prova sospendendolo ad un aerostato;

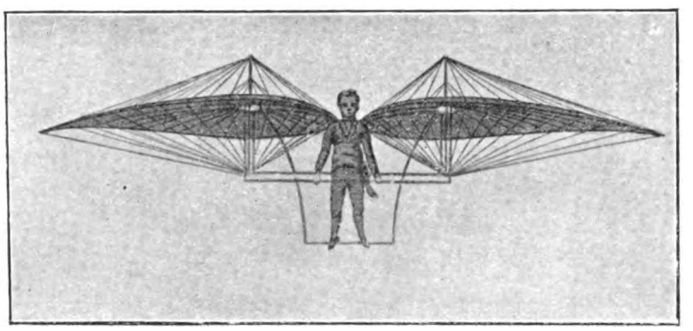


Fig. 4 — Apparecchio Degen.

Letur (1855) che ad un paracadute ad ombrello applica delle ali battenti ed un timone (fig. 5);

Drieberg (1845), Brooklyn e Bourcart (1863-1866) che fanno degli apparecchi ad ali battenti, sempre mossi dalla sola forza dell'uomo.

Negli elicotteri:

Il Philips (1842) compone un elicottero del peso di 135 gr. con caldaietta a vapore e 4 palette, attraverso i bracci delle quali avveniva lo scappamento del vapore determinando, come nell' eolipila, il moto delle palette;

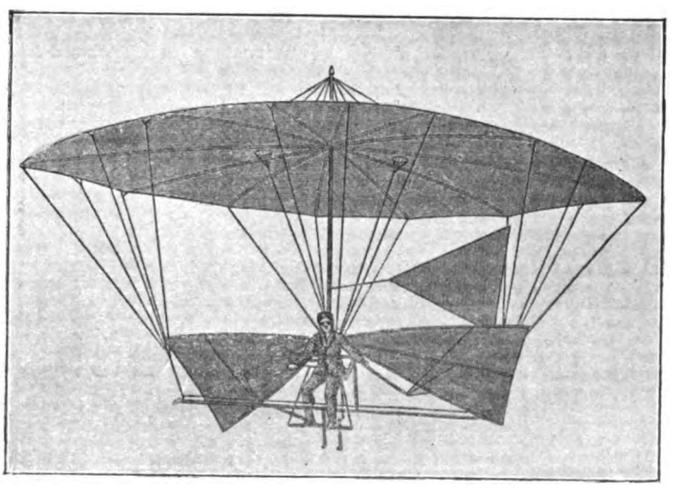


Fig. 5 — Apparecchio Letur.

Il Séguin e il Plinio costruiscono modellini mossi da un movimento d'orologeria, dai quali l'industria dei giocattoli deriva le prime geniali e graziose curiosità, come lo spiralifero (fig. 6).

Digitized by Google

Nel 1863 il Nadar fa una campagna a fondo in favore degli elicotteri, ed il Ponton d'Amécourt fa delle esperienze rimarchevoli col suo elicottero a vapore, di cui la caldaia e l'incastellatura sono in alluminio, i cilindri a vapore in bronzo, ed appositi ingranaggi trasmettono il moto a due eliche sovrapposte. L'apparecchio pesa 2 kg. e 770 gr., è alto 62 centimetri, e, messo in funzione, dà un notevole alleggerimento, ma non si stacca dal suolo.

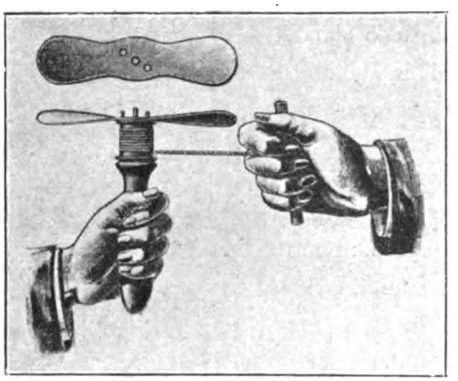


Fig. 6 — Lo Spiralifero.

Negli aeroplani abbiamo: il Ruggeri, che esperimenta dei paracadute, ai quali affida degli animali; il Plinio, il quale fa graziosi modellini ispirandosi agli esseri alati; il Cayley, che fa esperienze scientifiche con modellini di cervo-volanti, a superficie differentemente inclinata; il Cocking, che lo segue con modelli in grande, i quali vanno distrutti; infine Henson, nel 1843, che, sostituendo definitivamente nel cervo volante la trazione della corda a mezzo di un motore disposto sull'apparecchio, forma il primo progetto completo di aeroplano, e ne costruisce un modellino, che però risulta instabile (fig. 7).

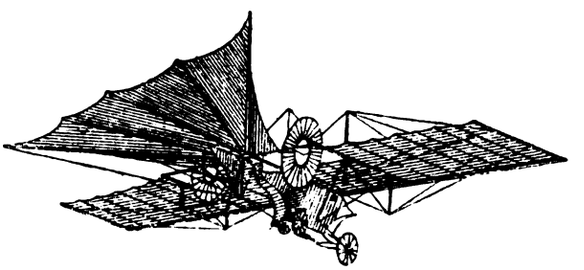


Fig. 7 — Aeroplano di Henson.

Il Cayley studia i motori leggeri, studia le leggi della resistenza dell'aria, e, a simiglianza di Leonardo da Vinci, costruisce grandi ali artificiali, membranose, leggere e maneggevoli, e di grande efficacia: crea definitivamente l'aeroplano, ossia lo trasforma da semplice paracadute in vero cervo-volante automobile; costruisce elicotteri, cominciando con penne d'ali; e da tutti i suoi lavori progredisce assai lo studio e la teoria del volo, tanto che per iniziativa della *Aeronautical Society* si organizza in Londra nel 1868 la prima Esposizione di Aviazione.

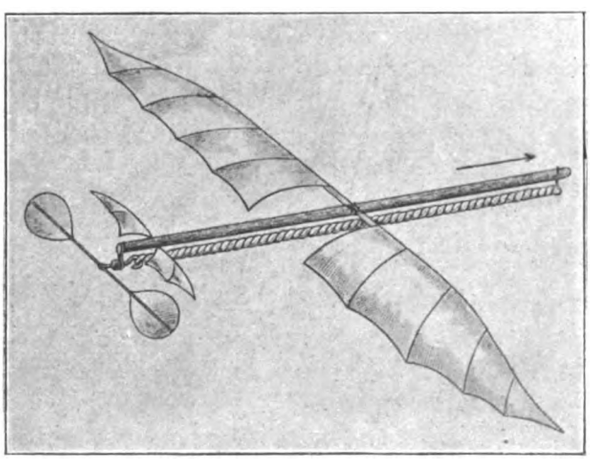


Fig. 8 — Aeroplano Pénaud.

Nel secondo periodo — dall'Esposizione di Londra (1868) a quella di Parigi (1889) — si distinguono nello studio e riproduzione del volo degli uccelli ed insetti, Hureau de Villeneuve, De Groof, Gauchot, Tatin, Jobert, Pénaud, e Marey; invece nel ramo degli elicotteri sono notevoli Pénaud, Forlanini, Castel, Dandrieux,

Digitized by Google

D'Achenbach ; e fanno progredire gli aeroplani De Louvrié, Stringfellow, Pénaud (fig. 8), Tatin (fig. 9), Moy e Shill. Breve periodo, ma ricco di contributi magistrali.

Nel Pénaud vediamo il ricercatore paziente d'una qualsiasi soluzione in ognuno dei tre ordini di studi ; nell'ing. Forlanini di Milano la prima definitiva vittoria del *più pesante dell'aria* che si solleva in questa a mezzo di un elicottero. Il suo apparecchio pesa difatti kg. $3\,^1/_2$, ha una superficie totale di pale di elica, di 2 metri quadrati, ed una forza motrice di circa $^1/_3$ di HP, generata da una piccola sfera a vapore in soprapressione, senza focolare, e riscaldata fortemente avanti l'esperienza. L'elicottero del Forlanini si sollevò a più riprese da solo, e raggiunse senza mai velocità anormali, persino 15 metri di altezza (fig. 10).

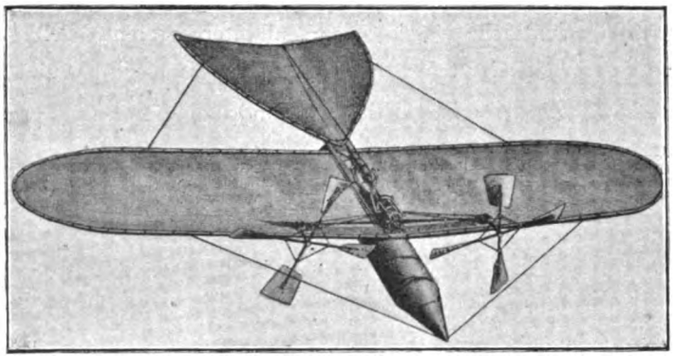


Fig. 9 — Aeroplano Tatin.

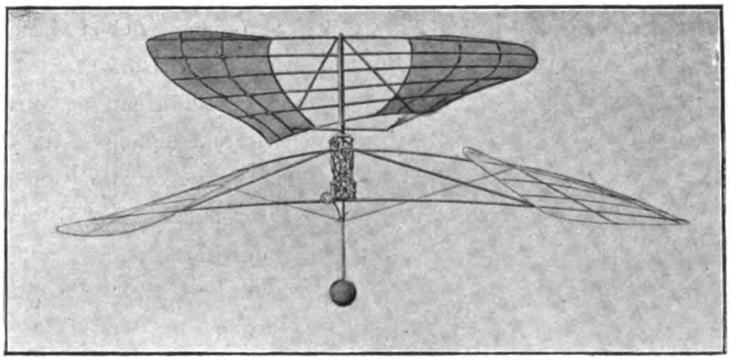


Fig. 10 — Elicottero Forlanini.

Infine nel Marey troviamo l'eminente fisiologo, che, con metodo analitico e sintetico, vasto e profondo, con ogni mezzo sperimentale fornito dai più perfetti processi scientifici (fotografici, fisici e meccanici) sviscera, nell'intimo, ogni atto ed ogni momento del volo degli insetti e degli uccelli più comuni e colle migliori doti di volo.

Il metodo analitico ha tre processi: il fotocronografico rapido, similmente al cinematografo ; il fotografico con apparecchi a specchi rotanti, selettivi dei successivi tempi pari e dispari ; infine il fotografico con tre camere combinate, per fissare l'atto e momento del volo, contemporaneamente di fronte, di fianco, ed in alto, rispetto all'essere in volo.

L'esame sintetico è fatto, sia con riproduzioni plastiche delle varie posizioni delle ali, riproduzioni cui vien data apparenza di movimento a mezzo dello stroboscopio, sia con ali artificiali e piani battenti mossi da aria compressa.

Ai lavori del Marey fanno corona quelli del De Lucy e D'Esterno nel 1865, Plinio e Duca d'Argyll nel 1868 e 69, del Maurand, Kargl, Pettigrew e Davidson tra il 1870 e 71, del Pénaud, Alix, Cayley e Séguin dal 1873 al 1876, di Legal et Reichel, Robin e Chabray, Wensche, Mullenhof, Goupil nel 1884, di Wenham, André, Mayor nel 1885, Mouillard, Basté, Bishop nel 1887, Buchet, De Louvrié e Brétonnière nel 1888-89.

Digitized by Google

L'Esposizione mondiale di Parigi nel 1889 chiude tale secondo periodo, del secolo diciannovesimo, con un congresso che stringe in più intimi rapporti i fautori dell'aeronautica, e dal quale derivano nuovi e potenti impulsi ai tentativi sperimentali, alle investigazioni scientifiche e fisiologiche, all'interessamento dell'industria meccanica, alle esigenze particolari dei tentativi da farsi per risolvere il tanto stimolante problema.

Ed il terzo periodo è difatti fecondo di più ardite e pratiche concezioni, di più sviluppati metodi sperimentali.

Il Goupil in Francia, di cui rimpiangiamo la recente perdita, istituisce speciali e preziose esperienze sulla resistenza e sulle reazioni dell'aria, sia rispetto alle eliche, come rispetto a superfici e carene di varia forma e proporzione.

Il Welner in Austria, il Lilienthal in Germania, il Maxim in Inghilterra, dànno pure un importante contributo esperimentale.

Il Lilienthal, in particolar modo, del quale torneremo a parlare ed a cui l'aviazione deve in gran parte i moderni successi, dopo aver osservato pazientemente il volo degli uccelli senza battuta di ala, viene alle stesse convinzioni del De Louvrié, e cioè che l'aria sostiene molto più che non si creda, e che, volendo fare prove in grande di un aeroplano, debba bastare un apparecchio di grandezza sufficiente per sostenere un uomo, partire da un punto elevato e contro vento, scegliendo il vento tanto più forte quanto maggiore è il peso che vuolsi sostenere.

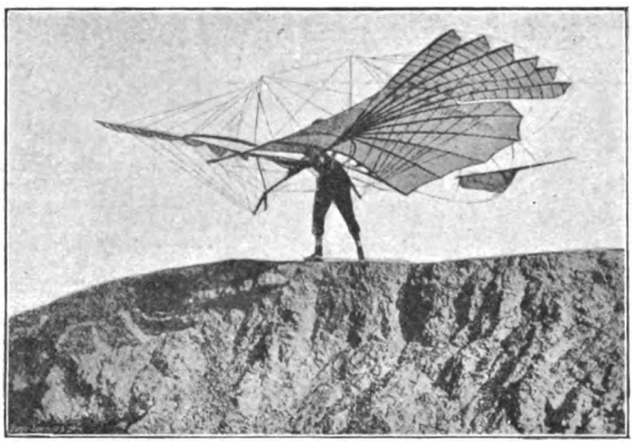


Fig. 11 — Aeroplano Lilienthal.

E difatti compone un sistema di superfici alari, alle quali sospendersi e, proponendosi solo un volo slittante, segna per primo la via semplice e pratica per pervenire, passo a passo, volo a volo, al dominio dell'aria similmente agli esseri alati di natura (fig. 11).

Vari sono gli apparecchi esperimentati dal Lilienthal, ed intanto il Pilcker in Inghilterra, l'Herring in America, compresi della importanza del metodo, ne ripetono le prove, mentre il Maxim, confidando nei risultati delle sue esperienze con modelli, tenta altre prove con grandi costruzioni (fig. 12).

Frattanto all'Herring in America si unisce il Chanute, e l'apparecchio, ad ali simili a quelle degli uccelli del Lilienthal, subisce una trasformazione e semplificazione sostanziale. Esso viene costituito con due semplici piani rettangolari sovrapposti, ed alla superficie di sostentamento è data una leggera curvatura, con cavità pronunciata verso il lembo anteriore. Ciò da luogo ad un cuscinetto d'aria, dimostratosi coll'esperienza di una capitale importanza.

All'Herring ed al Chanute si unisce l'Avery, e vengono compiute numerose serie di voli di grande ammaestramento, con differenti specie di apparecchi.

Digitized by Google

Contemporaneamente, in America stessa, il Prof. Langley, facendosi assegnare larghi mezzi, organizza un grande laboratorio sperimentale scientifico, per approfondire le cognizioni sulla resistenza dell'aria, sul lavoro interno del vento rispetto a corpi e superfici

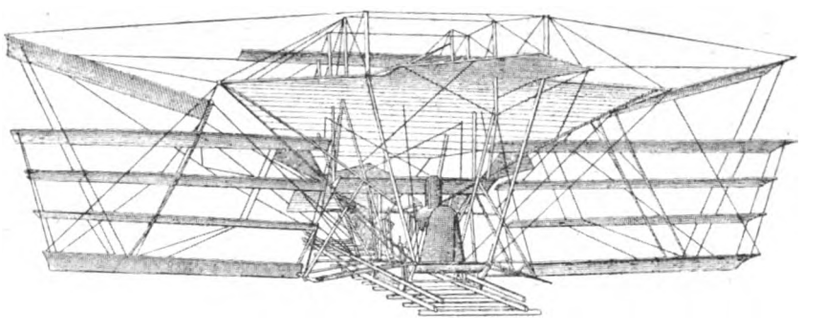


Fig. 12 -- Aeroplano Maxim.

di varia forma, sulle eliche aeree, sui motori leggeri. A complemento dei suoi lavori compone speciali modelli di aeroplani, ed organizza un laboratorio galleggiante sul Potomac, per esperimentarli.

I modelli del Langley fanno scuola e l'Hargrave in America, il Tatin e il Trouvé in Francia fanno altri tentativi simili. L'apparecchio del Trouvé è ad ali battenti mosse da un tubo metallico simile a quelli dei barometri, il quale si distende e si contrae a mezzo di espansioni e scappamenti di acido carbonico che gli viene fornito da un piccolo serbatoio a pressione.

Notevoli sono contemporaneamente i lavori del Philips cui già più volte abbiamo accennato, e su tutti ha maggiore rilievo l'aeroplano del 1897 a forma di persiana, con superfici alari di sottilissimo legno sagomato accuratamente, a curvatura d'ala d'uccello.

In Italia abbiamo lo Zanrossi che tenta modellini ad ali battenti mediante il moto alterno di apposito telaio che le porta, ed in Francia studia al proposito stesso il Pompéien-Piraud.

Ma in Francia si rivela un altro ardito e tenace pioniere dell'aviazione, il capitano di artiglieria Ferber, di cui è ancora in tutti vivissimo il ricordo della sua tragica fine. Egli comincia dal costruirsi un apparecchio ad ali (fig. 13) ed a gettarsi nello spazio da una piattaforma di adeguata altezza e ripete le prove del Lilienthal, mentre in America succedono all'Herring, al Chanute, e all'Avery, i fratelli Wright. Siamo al 1900.

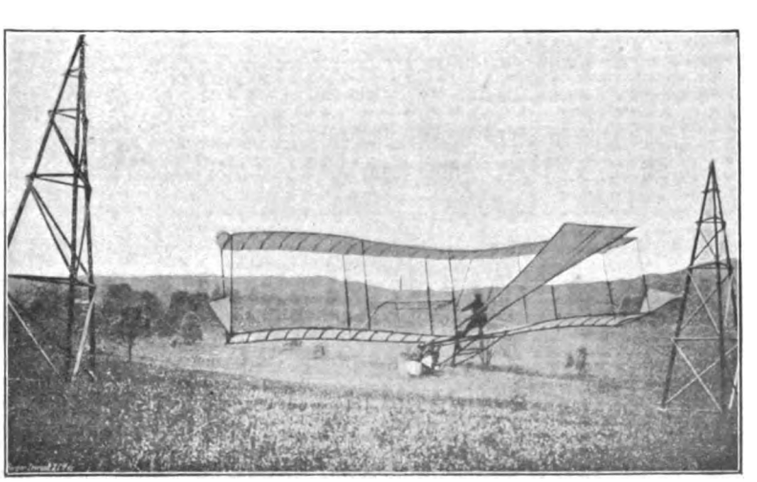


Fig. 13 — Aeroplano Ferber.

Digitized by Google

Periodo contemporaneo (dal 1900). — I Wright cominciano dal perfezionare gli apparecchi del Chanute ed invece di tenersi sospesi all'aeroplano prendono posto su questo con posizione sdraiata al centro del piano inferiore. In tal modo essi hanno migliore sensibilità dell'equilibrio del sistema, più agevole il volo contro vento, e libere le mani per la manovra dei timoni, anteriore o di altitudine o di profondità, e posteriore o di evoluzione o di direzione.

In Austria sorge il Kress, il quale sulle traccie del Langley studia un apparecchio a tre piani in tandem, da esperimentarsi, con apposito lancio a mezzo di rotaia, sulle acque d'un lago.

Il Ferber intanto si era messo in relazione col Chanute, il quale lo convertì in favore dei biplani americani. Ed il Ferber in Francia costruisce subito un biplano e, similmente ai Wright, imprende l'esercizio del volo slittante.

Si è pervenuti così agli anni 1902 e 1903, nei quali in Francia hanno primo e definitivo favorevole esito le esperienze di aerostati dirigibili da parte dei fratelli Lebaudy. L'aerostatica adunque e l'aviazione fanno rispettivi progressi ed entrambi necessitano solo di più precise norme costruttive, le quali tutte dipendono dallo studio dettagliato del funzionamento nell'aria delle singole parti e dei singoli organi di cui sono costituiti i differenti sistemi.

Così è che il Marey, il Goupil, il Renard, il Ferber, l'Hervé, il Pichon in Francia, il Rechnagel, l'Ahlborn in Germania, l'Irminger in Norvegia, il Van Loessl, il Wellner, l'Averly, l'Etrich e il Wells in Austria, lo Zahm, il Graham Bell, il Pickering, il Maedy, l'Eddy, il Kimbal in America, il Dine, il Baden Pawell, il Moore in Inghilterra, il Faccioli e Canovetti, Forlanini, Finzi e Soldati, Bertelli, e la Brigata specialisti in Italia, tutti concorrono o per un verso o per un altro a sondare i fenomeni delle reazioni dell'aria, le forme più convenienti delle superfici e dei corpi, il modo migliore d'impiego, le condizioni d'equilibrio e di stabilità nello spazio, le esigenze e le modalità d'impiego riguardo alla forza motrice, ecc., lavorìo universale al quale risponde la costituzione nel 1904-1905 di un Istituto esclusivo di aerodinamica in Russia, a Koutchino, per iniziativa del dottor Riabouchinski. Mentre da noi nel laboratorio della Brigata specialisti, con un enorme ventilatore da 32 cavalli, con apposite modalità di regolazione, vien creata una corrente aerea artificiale, alla quale, vengono presentati gli apparecchi e modelli da esperimentare, a Koutchino tale corrente è creata entro un tubo cilindrico, nel quale vengono immessi gli apparecchi ed i modelli.

Per gli studi sulle eliche sono notevoli le bilancie dinamometriche del Renard, quelle della Brigata specialisti di Roma, di Koutchino, e come dimostrazione di fenomeni che si producono dalle reazioni dell'aria al movimento dei corpi sono preziosissime le esperienze dell'Ahlborn, a mezzo dell'idrodinamica e del Riabouchinski a Koutchino, le quali dimostrano l'andamento dei filetti fluidi, e d'onde derivano le maggiori o minori resistenze, il maggiore o minore rendimento di un sistema, o di una data forza motrice.

Nel 1904 abbiamo le esperienze del Roux con ali battenti accoppiate all'azione di una minuscola elica all'estremità anteriore del corpo.

Il motore non è sufficiente che per il volo normale, e non a sollevare l'apparecchio; per l'avviamento il Roux si serve di una rotaia a profilo curvilineo.

Il Baden Pawel fa esperimenti con semplici aeroplani slittanti a superficie curve complesse, facendoli avviare sopra una rotaia a forte pendenza, terminante sulle acque d'un laghetto.

Digitized by Google

Nel campo del riprodurre il volo e la struttura delle ali degli uccelli vanno accennati i lavori dell'Hutchinson, anch'esso in Inghilterra.

In Francia segue le orme del Ferber, l'Archdeacon con dei biplani di slittamento, che ora lancia da una collina, ora avvia su una rotaia, trainati da un automobile. L'Archdeacon, il Blériot, il Voisin, a somiglianza dei tentativi del Kress, tentano ancora il lancio dei loro aeroplani slittanti su uno specchio d'acqua, ripromettendosi così di evitare, in eventuali cadute, gravi avarie agli apparecchi, poi aggiungono a questi dei galleggianti e dànno l'avviamento del sistema mediante la trazione di un battello. Da rilevare in tali apparecchi che il biplano tipo Chanute, sposando i risultati forniti dai cervovolanti a cassette dell'Haargrave, è divenuto cellulare, coll'inserire, fra le grandi superfici, dei diaframmi di tela, verticali od opportunamente inclinati di fianco. I diaframmi centrali hanno còmpito stabilizzatore nel senso dell'asse longitudinale del sistema, i diaframmi estremi ai lati hanno altresì il còmpito di fornire una superficie d'appoggio e di reazione all'aria nelle oscillazioni dell'apparecchio, nel senso trasversale, così da evitarne il rovesciamento.

Ed eccoci, intanto, a nuove notizie dei progressi fatti dai Wright nei loro esercizi di volo. Il 17 dicembre 1903 essi compiono un volo di 266 metri in 59 secondi con vento di 9 metri al secondo. Nell'agosto 1904 i voli sono lunghi 400 metri, ed in settembre riescono a dei viraggi e a descrivere degli anelli completi, ritornando al punto di partenza. Nel novembre essi hanno applicato un motore a benzina e due eliche all'aeroplano ed i loro voli si prolungano sino a 4 chilometri in 5 secondi. Un anno dopo, nel settembre 1905, i voli raggiungono già il percorso di 19 chilometri e la durata di 19 minuti. Nell'ottobre successivo riescono a 38 chilometri, sempre con la velocità media di un chilometro al secondo. E nell'applicazione dei motori a benzina segue subito l'Herring.

Ed il Ferber, che è fermamente convinto della realtà dei progressi fatti dai Wright, volendo emularli, vi si prepara con prove ad un alto giogo rotante per studiare prima il comportamento e l'equilibrio dell'aeroplano, indi fa studi appositi di eliche speciali per l'aria, e queste ed un motore applica ad un suo aeroplano, che di nuovo esperimenta prima al giogo.

Tutto ciò spinge in Francia alcuni costruttori a tentare la costruzione di speciali motori leggeri. Il Buchet e l'Antoinette sono i primi, ma occorre molto tempo perchè acquistino fiducia nel campo pratico.

Gli elicotteri del Godard e del Faure, alcuni nuovi tentativi di apparecchi ad ali battenti, mossi dalla sola forza dell'uomo, vengono a cognizione, quando con un tratto d'audacia, che ancor più gli conferma il nome di *Mago dell'aria,* il Santos Dumont, che già meravigliò il mondo con la sua serie di dirigibili negli anni 1901, 1902, 1903, sprezzando ogni timore, costruisce il suo primo aeroplano, cui applica un apposito carrello a ruote, perchè per la semplice propulsione datagli dall'elica e da un motore Antoinette di 24 HP, possa avviarsi da solo, partendo da un tratto di terreno piano. Il carrello è collegato all'aeroplano con una sospensione elastica per attutire gli urti alla discesa ed all'atterraggio.

Il 13 settembre 1906 Santos Dumont compie i primi 10 metri di volo ad un metro di altezza da terra; il 23 ottobre il volo è di 50 metri; il 12 novembre è di 220 metri a 6 metri di altezza in 21 secondi (fig. 14).

Digitized by Google

I fratelli Voisin si dànno con nuovo ardore a perfezionare i loro tipi esperimentati sulla Senna, e nella primavera del 1907 si cimentano col loro Delagrange, riuscendo a

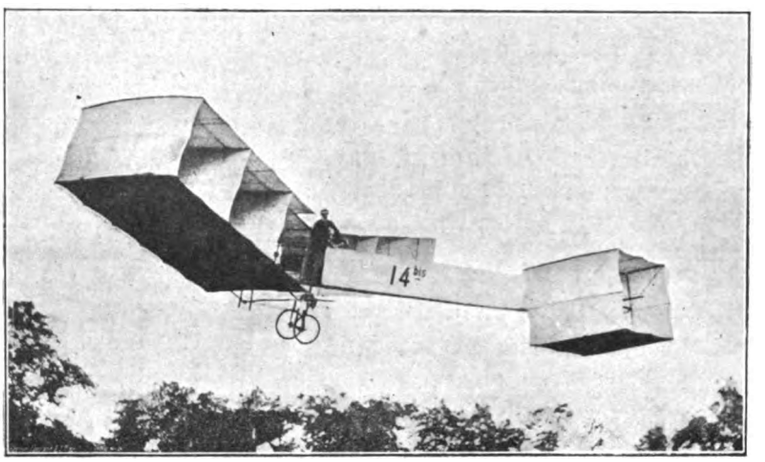


Fig. 14 — Aero-biplano Santos-Dumont.

volate di una cinquantina di metri a 4 e 5 metri di altezza. Nell'ottobre successivo i loro voli raggiungono i 770 metri, all'altezza di 5 a 6 metri, e con atterraggio sul luogo ed al momento voluto (fig. 15).

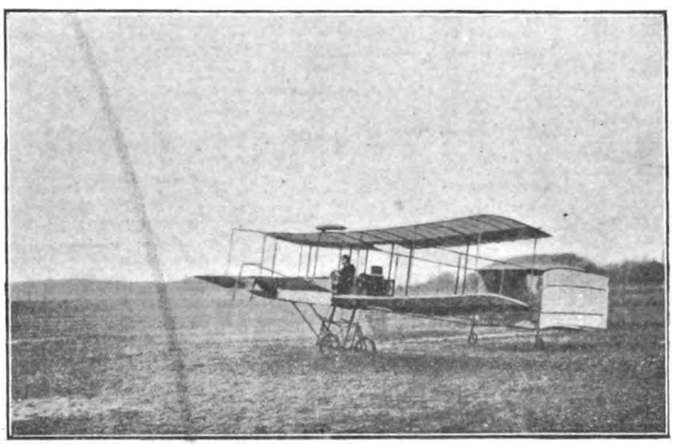


Fig. 15 — Aeroplano Voisin.

Santos-Dumont, Blériot e Vuia abbandonano il tipo biplano, e si avvicendano a costruire sistemi ad un'unica superfici alare, ossia apparecchi monoplani. Ciò richiede di diminuire notevolmente l'ampiezza delle superfici alari, per riescire a costruzioni robuste e leggere, e corrispondentemente richiede motori più potenti per avere le maggiori velocità necessarie per le minori superfici adoperate. La Casa Antoinette si dispone tosto allo studio dei motori da 50 cavalli e del peso di Cg. 2 $^1/_2$ circa per HP.

Il Vuia, con un monoplano ad ali, prima ripieghevoli, per variarne la superficie in marcia, poi fisse, perchè la loro ripieghevolezza alle velocità di marcia di circa 1 km. al secondo non era utilizzabile, ottiene volate di appena una ventina di metri; Blériot col suo monoplano riesce a migliori risultati, i quali però gli consigliano tentare un biplano tipo Langley, ossia con due superfici alari parallele nello stesso piano orizzontale. Con questo e con un motore di 24 cavalli, il 15 luglio, sempre del 1907, vola per 80 metri a circa 10 metri di altezza; il 12 agosto percorre di seguito 268 metri con

Digitized by Google

un leggero strisciamento sul terreno e per brevissimo tratto dopo i primi 122 metri. Altezza media dai 6 ai 10 metri.

I fratelli Voisin trovano un nuovo fervente aviatore nel Farman, al quale forniscono un Delagrange perfezionato in molti dettagli.

Il 14 ottobre 1907 fa un volo di 280 metri.

Nel novembre successivo il Blériot presenta un nuovo monoplano, col quale il 6 dicembre compie uno splendido volo di circa 500 metri, con una bella girata completa (fig. 16).

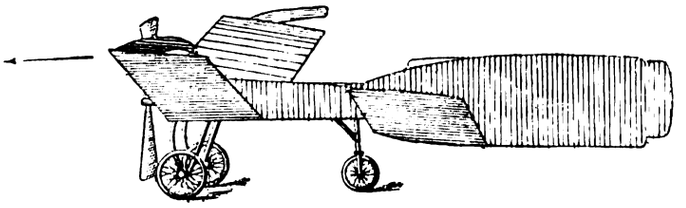


Fig. 16 — Tipo primitivo dell'aero-monoplano Blériot.

Nello stesso mentre il Santos-Dumont porta a compimento il suo monoplano leggero, lo esperimenta, ed il 20 novembre vola per circa 300 metri (fig. 17).

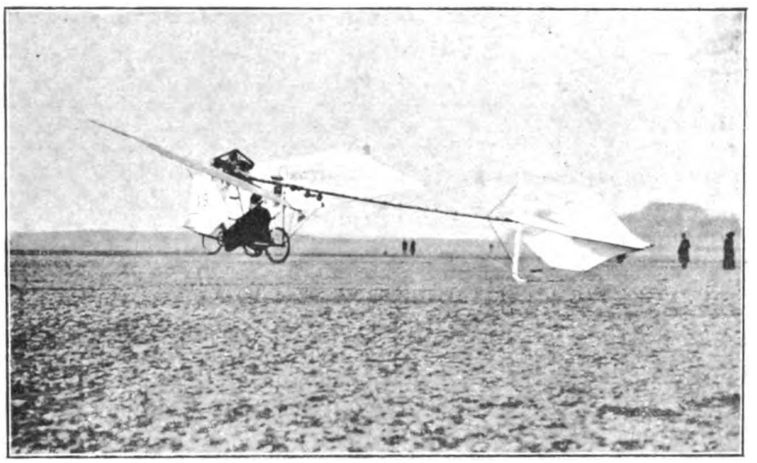


Fig. 17 — Monoplano Santos-Dumont.

Il 18 e 20 novembre, il 17 dicembre il Farman fa volate di 700-800 metri, con le quali si chiude in Europa l'anno aeronautico 1907.

In tale anno niuno ha potuto minimamente avvicinarsi ai meravigliosi risultati dei fratelli Wright in America.

Nel silenzioso e metodico loro lavoro, nei silenziosi e nascosti loro progressi, i Wright non sono insensibili al movimento universale, ma ne sembrano incuranti, e solo s'avvicendano ad offrire a tutti i Governi indistintamente il loro apparecchio (fig. 18) e la loro opera istruttiva.

Sopravviene il 1908: il Farman il 13 gennaio compie un circuito chiuso di 1500 metri. Quella giornata fu memorabile per la Francia, che vi intuì una buona promessa per l'anno.

In quel giorno il Farman vinse il premio Deutsch di L. 50.000, ed un premio di L. 2.500 del *Daily-Mail.*

Il 21 marzo successivo Farman fa un volo di 2000 metri, con parecchie evoluzioni, ed il Delagrange ne fa uno di 1500 metri.

In Danimarca l'Ellehammer riesce con un aeroplano a semplice forma di cervo-volante ad un volo di 300 metri. In Austria Etrich et Wells proseguono a mandare a

Digitized by Google

compimento un loro areoplano i di cui modellini già da anni loro danno buonissimi risultati di stabilità e di equilibrio. In Francia lo Zens, il Seux, il Ferber, il Blériot, il Kapferer, il Pischoff, studiano attivamente. In Inghilterra vi si applicano il Cody, il Lanchester, oltre ad una infinità di dilettanti che concorrono alle Esposizioni di modelli; in America il Graham Bell, il Ludlow, il Jeager, il White, il Curtiss; in Germania lo Schieles, il Menteur, ed altri molti.

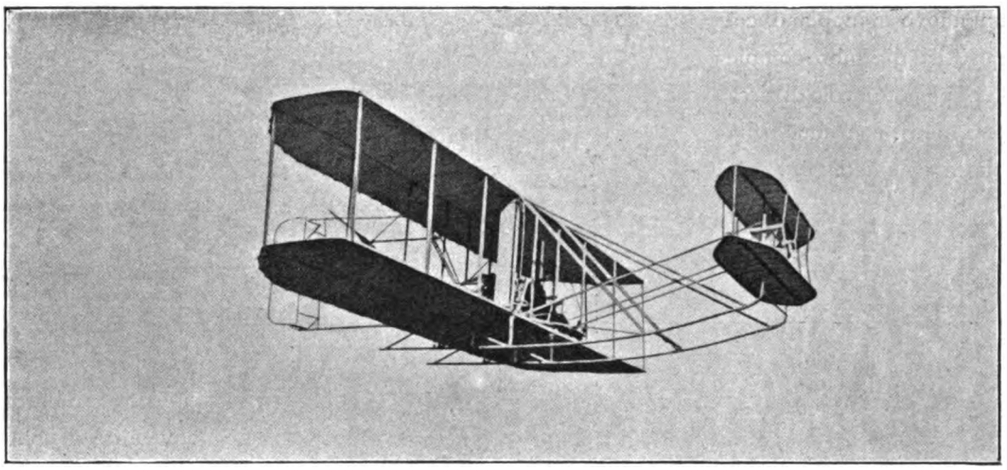


Fig. 18 — Biplano Wright.

I premi per l'aviazione nel solo mese di marzo sono accresciuti da quelli dell'Italia, della Germania, dell'Olanda, dell'*Aero-Club* d'America di L. 500.000, e fra i premi è caratteristico quello che si istituisce in Francia per l'aeroplano che supererà i 25 metri.

Ed entra in campo l'iniziativa presa in Italia di invitare il Delagrange ed il Farman ad un ciclo di esperienze nelle città di Roma, Milano e Torino. Il solo Delagrange accetta, e in Roma egli stabilisce il suo *record* del 30 maggio di chilometri 12,750, mantenendosi in aria 15 minuti e 25 secondi; il 23 giugno a Milano la durata del volo diviene di 18 minuti e mezzo.

In Francia Wilbur Wright inizia i suoi voli l'8 agosto, e con essi conquide a sè tutti i dubbiosi per la maestria delle evoluzioni di splendido e magnifico effetto.

Ma non solo dal Wright è occupata l'attenzione generale degli aviatori nel secondo semestre del 1908. In America il Curtiss, il 5 luglio, fa un volo di 1528 metri.

In Francia ed in America abbiamo due notevoli esperienze di elicotteri; il Breguet nella prima ed il Ludlow nella seconda, ed entrambi riescono ad un sollevamento di circa 17 Cg. per HP.

In Francia ancora, il Delagrange nel settembre compie voli di circa 25 Cm. ognuno, con durata di 29 e 30 secondi.

Il Curtiss il 30 agosto in America compie 3 Cm. e 200 metri.

Il Farman in Francia il 2 ottobre percorre 40 Cm. in 44 minuti e 32 secondi.

Di nuovo Blériot il 2 ottobre corre 4 Cm. e mezzo a circa 12 metri ed il 21 dello stesso mese con un tratto di arditezza veramente meritorio malgrado un forte vento si disloca da Toury ad Artenay, circa 17 Cm., ad una altezza di 20 metri attraverso i campi che separano i due paesetti.

Digitized by Google

L'audacia del Blériot è ben tosto emulata dal Farman il giorno 28 ottobre in cui da Parigi si trasporta presso a Reims, compiendo un circuito di circa 40 Cm., con una velocità di 63 Cm. all'ora.

Si prepara intanto a Parigi un grande *Salon* Aeronautico, che s'inaugura il 24 dicembre, ed a questo prendono parte ben 18 aeroplani di modelli vari e simili ai tipi sin qui considerati, segnandoci per la prima volta lo sviluppo col quale si inizia l'industria francese di aeroplani, industria che concorre con 8 ditte: la Società Antoinette, la Blériot, la Clément-Bayard, la Voisin, la *Société de construction d'appareils Aéreonautiques,* l'Esnault-Pelterie, la Koechlin-Pischoff e la Società di Dunkerque, la quale con la Società Astra, ha la licenza per la Francia degli apparecchi Wright.

Si notano pure al Salon di Parigi 10 nuovi tipi di apparecchi, tra aereoplani, elicotteri ed ornitotteri.

Circa i motori per aeronautica espongono ben 9 Ditte, i di cui tipi, per le prove fatte, segnano un progresso notevole.

Con tale *Salon*, si chiude l'anno 1908, il quale ci ha finalmente palesati e provati i veri e meravigliosi risultati dei Wright, ci ha dato i primi tentativi di percorso da paese a paese ed ha fornito il mezzo di fare il confronto del Wright coi tipi che erano sorti in Francia. Nel quadro seguente si riportano le principali caratteristiche degli aeroplani, che figurarono al circuito di Reims, nel 1909, dove l'aviazione raggiunse il successo maggiore, tanto più sorprendente, quanto inatteso.

Digitized by Google

Caratteristiche dei principali tipi di aeroplani.

(Circuito di Reims 1909)

Nome del costruttore o pilota	Tipo	Superficie in m²	Peso in Cg.	Motore	Eliche	Dispositivo di equilibrio	Dispositivo di atterraggio
Antoinette	Monoplano	30	520	50 HP	n = 1100 d = 2m, 20	alette *(ailérons)*	pneumatico
Blériot	»	22	600	»	n = 500 d = 2m, 70	»	molla
Bréguet	Biplano	50	700	55 HP	n = 800 d = 2,50	torsione *(gauchissement)*	»
Curtiss	»	24	250	25 HP	n = 1300 d = 1,80	alette	»
Delagrange	Monoplano	14	340	»	n = 1400 d = 2,08	torsione	»
Farman	Biplano	40	550	35 HP	n = 1200 d = 2,60	alette	»
Gobron	»	50	»	55 HP	n = 1150 d = 2,00	automatica	»
Latham	Monoplano	»	520	50 HP	n = 1100 d = 2,20	alette	pneuma
De Lambert	Biplano	»	450	25 HP	n = 450 d = 2,50	torsione	molla
Paulhan	»	»	550	50 HP	n = 1200 d = 2,00	automatica	»
R. Esnault-Pelterie . . .	Monoplano	20	460	35 HP	n = 1400 d = 2,00	torsione	oleopneumatico
Rougier	Biplano	50	550	55 HP	n = 1200 d = 2,00	automatica	molla
Santos-Dumont	Monoplano	9	120	25 HP	—	—	—
Wright	Biplano	50	460	»	n = 450 d = 2,50	torsione	oleopneumatico

Digitized by Google

Aerostati e Dirigibili.

Periodo antico (fino al 1750). **AEROSTATI** — L'aerostatica è legata al nome dei celebri fratelli Montgolfier, allo studio indefesso dei quali, al loro spirito inventivo, è dovuto il primo aerostato che s'innalzasse nell'aria, tuttavia è d'uopo ricordare i loro precursori per debito di giustizia e per la verità.

Cyrano di Bergerac, il popolare poeta, musicista e fisico distinto, nonchè spadaccino famoso, sui primi del secolo XVII, in uno dei suoi più fantastici libri, fermò l'attenzione sulla potenza ascensionale delle nubi, dovuta al calore del sole, ed in un altro descrive l'ascensione ottenuta per mezzo del fuoco e la discesa per opera di un paracadute.

Se tali idee fossero uscite da un uomo puramente di scienza e fossero state emesse in opere scientifiche anzichè letterarie e fantastiche, certamente avrebbero avuto maggior seguito, ma invece caddero nell'oblio ed è a ritenere che neppure i Montgolfier ne abbiano tratto profitto.

Il gesuita Francesco Lana di Brescia, al quale è già stato accennato, lasciò un libro sopra alcune nuove invenzioni, un capitolo del quale tratta dettagliatamente del modo di costruire una specie di nave aerea, munita di vele, cadendo con ciò nell'errore comune ai primi cultori dell'aeronautica, i quali non pensavano che da un corpo in balìa delle correnti aeree non può essere utilizzata l'azione dei venti.

La nave doveva essere sollevata per mezzo di sfere di rame, di lamiera sottile, nelle quali fosse fatto il vuoto alla stessa guisa che si ottiene nel tubo barometrico, cioè innestandovi un tubo munito di rubinetto lungo oltre i metri 10,33 per superare la pressione atmosferica, riempiendo il tutto di acqua e capovolgendolo in un serbatoio pure ripieno di acqua.

Da tutto ciò appare evidente l'intuizione della navigazione aerea per mezzo degli aerostati.

Bartolomeo Laurenço, monaco brasiliano, inventa una macchina alquanto strana, provvista di una sorta di razzi, ai quali egli dà fuoco per sollevarla alla presenza del Re del Portogallo.

Il padre Galien descrive un vero aerostato, in forma di nave, da costruirsi in tela cerata, avvolto in una rete di corda, e da riempirsi con aria molto rarefatta, da prendersi nelle più alte regioni dell'atmosfera; assurdo scientifico inquantochè l'aria trasportata in basso, assumerebbe la medesima densità di quella preesistente.

Periodo medio (dal 1750 al 1800). **AEROSTATI** — Premesso questo rapido accenno ai precursori, ripeteremo che l'invenzione degli aerostati spetta, in modo non dubbio, ai fratelli Montgolfier, dopo i loro lunghi e pazienti studi e tentativi.

I fratelli Giuseppe e Stefano Montgolfier, ricordano assai da vicino i fratelli Wright; anch'essi come questi, infervorati in una comune idea si dedicano con energia, instancabilmente a svilupparla, a studiarla in tutti i dettagli, a darle una pratica applicazione con ripetuti esperimenti, in segreto, quasi isolati dal mondo, finchè una celebre esperienza pubblica il 5 giugno 1783, ad Annonay, il primo aerostato ad aria calda si innalzò

Digitized by Google

maestosamente nell'aria tra la meraviglia e l'emozione del popolo. L'avvenimento fu solennizzato un secolo dopo con un grandioso monumento ai due illustri fratelli, perchè il ricordo si trasmettesse nobilmente ai posteri.

Questa prima ascensione fu seguìta da molte altre a Parigi ed altrove con palloni, la cui costruzione andava rapidamente migliorando per la pratica e lo studio di numerosi cultori appassionati.

L'entusiasmo e le speranze destate dall'aver trovato il modo, che parve, al primo esame, facilmente perfezionabile e sicuro per potere in breve tempo, liberamente navigare nell'aria, sono invero indescrivibili e appena appaiono concepibili oggidì a così grande distanza di tempo, trovando un eguale riscontro nell'odierno entusiasmo pei successi dell'aviazione.

Il primo a tentare l'ascensione con un pallone frenato ad aria calda fu Pilâtre de Rozier, il quale saliva e discendeva regolando il fuoco entro la navicella. Egli volle anche tentare l'ascensione libera, e potè ottenere il permesso dal Re Luigi XVI con grande stento e per l'intercessione del Marchese d'Arlandes che volle accompagnarlo in quella sua prima gita, attraverso Parigi (fig. 19).

Fig. 19 – Aerostato del primo viaggio aereo.

Una seconda ascensione, rimasta celebre, fatta in condizione di maggior sicurezza e di facilità di manovra, fu eseguita dal fisico Charles accompagnato da uno dei fratelli Robert, celebrati aeronauti.

Charles studiosissimo e appassionato del nuovo mezzo di locomozione, fu il primo a sostituire l'idrogeno, il più leggero dei gas, all'aria calda; ed a lui ed ai Robert, suoi valenti cooperatori, si deve l'uso della vernice per rendere la seta impermeabile ai gas, l'uso altresì della rete di protezione, colla navicella attaccata ad essa, della zavorra, dell'àncora e perfino del barometro per tener conto delle altezze, nonchè del palloncino pilota per scandagliare la direzione dei venti.

Da allora le ascensioni non si contano più: nacque l'emulazione tra paese e paese e per quanto il primato rimanesse senza contrasto alla Francia, nullameno si distinsero ovunque degli ardimentosi aeronauti. Tra noi, raggiunsero grandissima fama il conte Zambeccari, Lunardi, Andreoli ed i fratelli Gerli.

Anche le donne parteciparono al generale slancio di ardire e la signorina Saze e la signora Estriex vollero cimentarsi in ascensioni libere; ma insieme ai proseliti non mancarono purtroppo le vittime.

Nel 1785 Blanchard accompagnato dall'americano Jeffries traversò la Manica in una memorabile ascensione e nel medesimo anno perivano gli aeronauti Pilâtre de Rozier e Pietro Romano in un'altra ascensione non meno memorabile.

Intanto andava diffondendosi l'idea di indirizzare il nuovo trovato verso una pratica applicazione, e fu l'esercito, come appunto accade oggidì, il primo ad approfittarne. Infatti nel 1794 fu istituito in Francia il primo parco aerostatico militare e la prima compagnia

Digitized by Google

di aerostieri. Ne fecero parte un capitano, un tenente, un sottotenente, un sergente maggiore, quattro sott'ufficiali e ventisei soldati comuni.

L'esercito francese si servì lo stesso anno, a varie riprese, del pallone frenato nella guerra contro gli austriaci, e notevoli furono i beneficî ottenuti col potere sorvegliare e seguire le posizioni ed i movimenti dei nemici e da allora i parchi aerostatici furono introdotti in quasi tutti gli eserciti più importanti.

DIRIGIBILI — Insieme al diffondersi dell'aerostatica sorse lo studio della dirigibilità, del modo cioè di ottenere un determinato percorso sia nell'aria tranquilla come utilizzando l'azione dei venti, e cominciò da allora quella serie ininterrotta di esperienze e di studi che condussero alle soluzioni odierne dell'arduo problema.

Il primo tentativo pratico fu quello del Blanchard, senza alcun risultato, ma prima di lui il Guyot, il Carra, il Maye esposero le loro idee con progetti che non ebbero per altro la fortuna di essere mai realizzati.

Tra questi merita particolare rilievo il pallone del fisico Carra (fig. 20), la propulsione del quale era immaginata per mezzo di ruote a palette coperte di tela e mosse a mano, coll'ingegnoso particolare che la tela potesse avvolgersi quando le palette venivano a trovarsi nella parte superiore onde diminuire la resistenza passiva dell'aria, durante l'avanzamento.

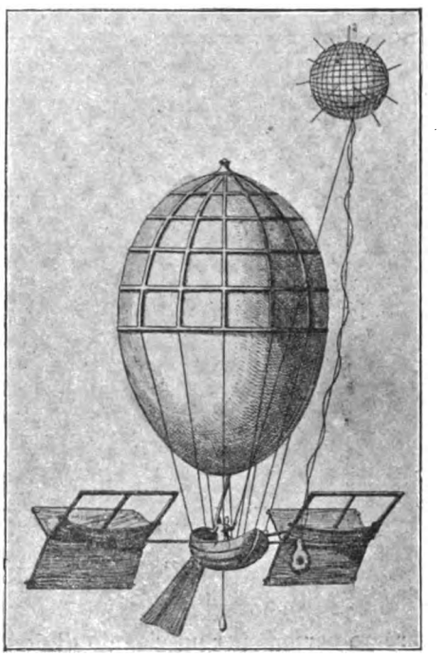


Fig. 20 — Dirigibile Carra.

Il Morveau nel 1785 fece costruire un pallone sferico, munito di un cerchio equatoriale, sul quale erano applicate quattro vele, tese entro telai, fissati a quattro punti diametralmente opposti. Una di tali vele stabiliva la presunta direzione dell'aerostato, come la prora di una nave, quella opposta funzionava da timone e le due normali battevano l'aria come ali.

Il congegno era azionato a mano, dalla navicella, per mezzo di opportuni meccanismi. L'esperimento, fatto in aria perfettamente tranquilla, ebbe un certo successo, ma le condizioni atmosferiche erano così eccezionali, da non potersene tenere un gran conto.

Fu in mezzo a tutti questi tentativi che sorse l'idea del pallone di forma allungata e quindi più facile alla locomozione, e la prima apparizione fu in una esperienza dei fratelli Robert, i già ricordati celebri aeronauti, con un pallone lungo 18 metri e di 12 metri di diametro. Essi per primi applicarono i remi alla navicella come mezzo di propulsione meccanica, ottenendo dei risultati che senza esser negativi erano proporzionali al mezzo imperfetto e inadeguato di propulsione usato.

Altri simili tentativi di minore interesse potrebbero ricordarsi, ma tutti traevano argomento dagli studi, dalle opere, veramente magistrali, d'uno studioso d'aeronautica di eccezionale valore, il generale Meusnier, vissuto sulla fine del secolo XVIII. Può affer-

Digitized by Google

marsi con sicurezza che se Leonardo da Vinci fu il precursore dell'aviazione, ed i fratelli Montgolfier quelli dell'aerostatica, il Meusnier è il dotto precursore dei dirigibili, da lui per primo, immaginati, studiati e descritti in ogni particolare come vengono oggidì costruiti, ed è questo il più grande e sintetico elogio che possa farsi di lui.

Egli dedicò tutta la sua operosità ai poderosi problemi della conquista dell'aria, dopo che l'invenzione dei Montgolfier la fecero ritenere possibile e in breve tempo, resosi edotto di tutti i progressi conseguiti sino allora, rivolse i suoi studi ad ottenere il moto ascensionale e di discesa degli aerostati senza perdita di gas o di zavorra, conservando la loro forma, ed a conseguire l'avanzamento per mezzo di propulsori meccanici.

A tale scopo egli immaginò un aerostato costituito di due parti distinte: l'una interna, contenente l'idrogeno, a superficie impermeabile, l'altra a pareti molto resistenti, rinforzata da una rete esterna di corde, avvolgente la prima.

L'intervallo fra le due stoffe avrebbe dovuto essere ripieno di aria, da immettervisi a volontà per mezzo di pompe o d'insufflatori, onde aumentare o diminuire il peso, entro limiti sufficienti ad ottenere la discesa od il sollevamento dell'aerostato.

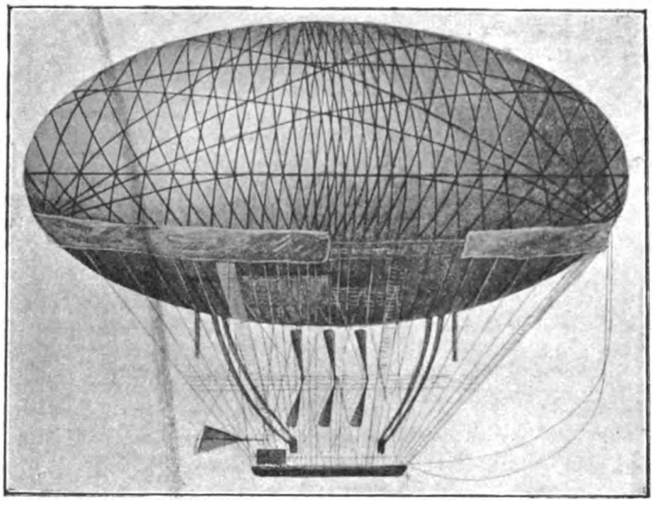


Fig. 21 — Progetto Meusnier.

La propulsione si sarebbe ottenuta per mezzo di remi a forma di eliche, mossi a mano, non sapendo egli pur troppo quale altra forza motrice impiegare a quel tempo.

La fig. 21 mostra il disegno del progetto del Meusnier, destinato a sollevare 30 persone per un viaggio di 60 giorni, col quale egli pose, benchè non realizzati, i capisaldi della moderna aerostatica e cioè:

1° La forma allungata del pallone,

2° Il pallone compensatore ad aria,

3° L'uso dell'elica come propulsore.

Tra i progetti più noti e meritevoli di rilievo è poi da ricordare quello Scott, basato sulla facilità di ascesa e di discesa ottenuta per mezzo di due palloncini compensatori ad aria, disposti simmetricamente all'asse, anteriormente e posteriormente all'aerostato.

Colla applicazione pratica dell'invenzione dei fratelli Montgolfier ai palloni frenati per l'esercito e colle importanti pubblicazioni del Meusnier, si chiude il periodo medio dell'aeronautica a tutto il secolo XVIII.

Digitized by Google

Periodo moderno (dal 1800 al 1900). **AEROSTATI** — Sui primi del secolo XIX un nuovo e fecondo campo si aprì all'aerostatica: le ricerche scientifiche. Si pensò di impiegare i palloni per lo studio, pure oggi così poco progredito, della meteorologia scientifica o aerologia e della fisica terrestre.

A questo oggetto sono rimaste famose le ascensioni dei celebri fisici francesi Gay-Lussac e Biot, non tanto per i risultati della scienza quanto per le altezze raggiunte e sopratutto per la dimostrazione data della perfetta sicurezza di ascensioni sia pure ardimentose, compiute però con aerostati ben costruiti e condotte con calma, avvedutezza e intendimenti scientifici anzichè sportivi.

Mentre i palloni di forma sferica, sempre più perfezionati, venivano impiegati in ascensioni libere a scopo di studio o di divertimento, oppure negli eserciti pei parchi aerostatici, si approfondivano gli studi, si ripetevano tentativi ed esperimenti di ogni sorta per raggiungere lo scopo ultimo dell'aeronautica: la dirigibilità, di cui è condizione essenziale la forma allungata per poter vincere, col minimo sforzo, la resistenza dell'aria.

DIRIGIBILI — Sulle basi poste dal Meusnier, gli studi conversero sulla ricerca della forza motrice. Il Génet immaginò di far muovere delle grandi ruote a palette, poste ai fianchi dell'aerostato, per mezzo di un maneggio a cavalli collocato sulla navicella. Il Pétin, ebbe il suo quarto d'ora di celebrità, progettando un mostruoso assieme di palloni sferici e semisferici, di piani inclinati, di ruote e palette mosse da una ipotetica corrente d'aria. Altri progetti fecero il Sampson, il Meller, il Gaudin, e finalmente il Julien costruì ed esperimentò, con pieno successo, in aria tranquilla e contro vento, un modello di dirigibile, a forma di pesce, con due eliche, azionate da un movimento d'orologieria (fig. 22).

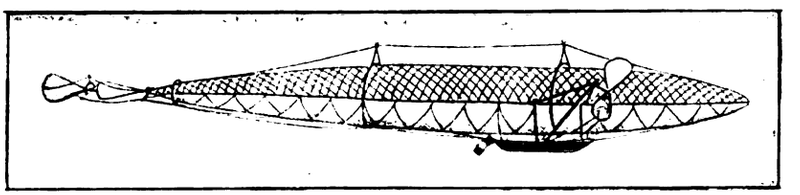


Fig. 22 — Dirigibile Julien.

In tal modo la dirigibilità degli aerostati si affermava nella necessità di potenti mezzi motori, atti a porre in azione delle eliche convenientemente disposte, ponendo la soluzione del problema in relazione collo sviluppo dell'industria meccanica.

Infatti il Giffard, il celebre inventore dell'apparecchio che porta il suo nome, l'iniettore, nell'anno 1852 costruì ed esperimentò ripetutamente un dirigibile (fig. 23) il cui propulsore ad elice era mosso da una motrice a vapore di 3 HP di potenza. Il Vert aggiunse al suo dirigibile a forma di pesce, che era allora la forma prevalente, un'elica ad asse verticale per le ascese e le discese, a risparmio di gas e di zavorra.

Come conseguenza delle difficoltà che s'incontravano nella insufficiente rigidità dei palloni, tornò allo studio l'involucro metallico, ed è notevole il progetto Smitter nel 1866, secondo cui il pallone avrebbe dovuto essere racchiuso in una intelaiatura metallica, alla quale sarebbe stata direttamente fissata l'elica, per un'azione più diretta ed efficace.

Digitized by Google

I dirigibili hanno avuto la loro più immediata applicazione all'arte della guerra per la stessa ragione che alla stessa arte sono stati per primo e lo saranno in seguito, devoluti i nuovi trovati per le navi ed i sommergibili; è quindi opportuno ricordare come i parchi aerostatici dei diversi eserciti, sostituirono ai palloni frenati di forma sferica, quelli di forma cilindrica, costruiti in modo da servire contemporaneamente da cervo-volante, detti *drachen-pallone*. Sono tra questi meritevoli di menzione quelli di Douglas, Parseval, Transon, Surcouf e Godard.

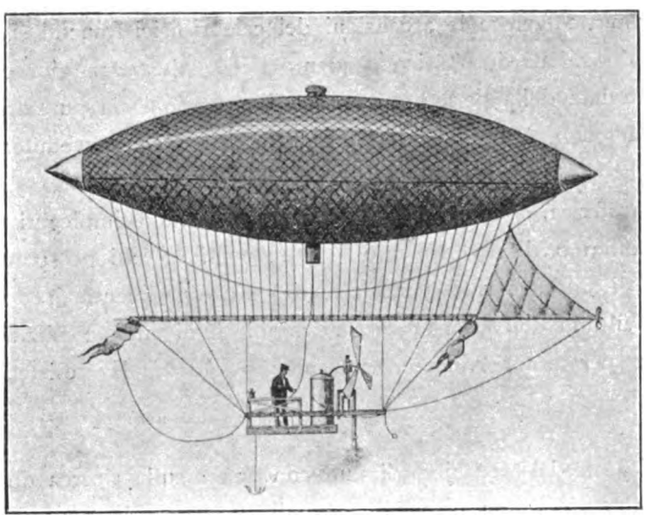


Fig. 23 — Dirigibile Giffard.

Intanto lo studio, i tentativi, gli esperimenti per la dirigibilità procedevano incessantemente.

Nel 1872 si effettuò l'ascensione del dirigibile Dupuy de Lôme, pregevole sotto molteplici aspetti costruttivi, ma mancante di un motore adeguato, poichè la rotazione dell'elica era ottenuta a braccia d'uomo.

Egli pose come condizione indispensabile alla dirigibilità:

a) Invariabilità di forma dell'aerostato,

b) Forma di minor resistenza nel senso della marcia.

Per l'invariabilità della forma collocò nella parte interna inferiore un palloncino d'aria d'un volume uguale alla decima parte del volume totale. Per la minor resistenza all'avanzamento dette al pallone la forma allungata simmetrica generata dalla rivoluzione di una curva costituita da un arco di cerchio di 7 metri di freccia e 6 metri di raggio.

La innovazione veramente geniale del Dupuy de Lôme consiste nel sistema di sospensione a diagonali incrociate della navicella, il quale dà al sistema la necessaria rigidità di collegamento.

La stoffa, resa impermeabile all'idrogeno, pesava 359 gr. per metro quadrato e la resistenza alla rottura era di 9 a 11 Cg. per cm.

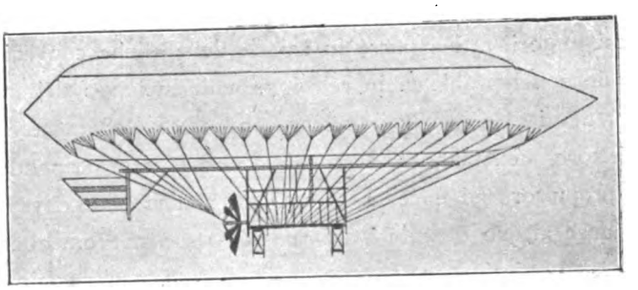


Fig. 24 — Dirigibile Haenlein.

L'Haenlein di Vienna costruì ed esperimentò un dirigibile, la cui elica era azionata da un motore a gas di circa 4 HP. La sospensione della navicella era fatta con corde che si distaccavano da ciascuna maglia della rete che avvolgeva il pallone (fig. 24).

Digitized by Google

Le esperienze non riuscirono troppo soddisfacenti e misero in evidenza i seguenti difetti: eccessivo allungamento, manovra lenta e difficile e motore d'inadeguata potenza.

In tal modo, da progetto a progetto, da tentativo a tentativo, siamo giunti all'inizio del periodo decisivo pei dirigibili, periodo ininterrotto e fecondo di applicazioni che data dal 1880 coi lavori e gli studi dei fratelli Tissandier.

Per rendersi conto dei risultati da conseguire essi fecero dapprima costruire un piccolo aerostato allungato terminato da due punte, lungo m. 3,50 e del diametro di m. 1,30, gonfiato ad idrogeno, con un'elica a due ali di 40 cm. di diametro, azionata da un motore elettrico, alimentato da 3 elementi Planté. In seguito essi costruirono un grande dirigibile di oltre 1000 m^3.

In esso fu tenuto conto di tutti i progressi tecnici conseguiti fino allora e specialmente di quelli che trovarono larga applicazione nei dirigibili di Giffard e di Dupuy de Lôme.

L'elica, a due ali elicoidali, aveva m. 2,85 di diametro ed era posta in movimento da un motore elettrico di circa 1,5 HP, che riceveva l'energia da una batteria di pile al bicromato di potassio, collegate in tensione. Il peso totale in completo assetto, era di Cg. 1240.

Il dirigibile raggiunse la velocità di 4 m. al secondo in una ascensione durata due ore e per un percorso di 25 Cm.

In tal modo il progresso sempre più si accentuava, l'evoluzione verso il tipo pratico si affermava; dal motore a vapore, al motore elettrico; dai 3 m. al 1″ di Giffard ai 4 metri con un motore di metà potenza.

Nel 1883 gli ufficiali francesi Renard e Krebs raggiunsero il successo maggiore fino ad allora conseguito col celebre dirigibile *La France* (fig. 25). Di forma dissimetrica, aveva la maggiore lunghezza di 50 metri e il diametro massimo di 8 metri; l'involucro in seta verniciata formava una superficie di oltre 1000 mq. e comprendeva un volume di circa 2000 m^3.

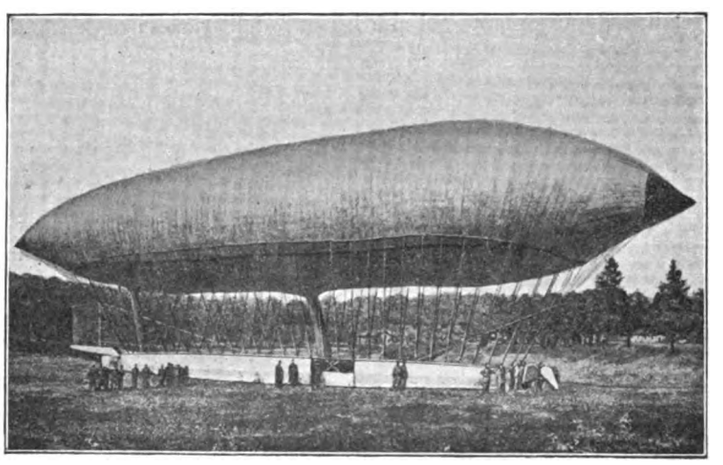


Fig. 25 — Dirigibile *La France*.

Il palloncino compensatore, posto inferiormente, era costituito da un diaframma capace di distendersi esattamente nell'interno dell'involucro, generando un volume uguale ad un quarto del volume totale. Il dirigibile era provvisto di due timoni, uno orizzontale ed uno verticale.

La navicella era lunga ben 32 metri, per una migliore ripartizione del carico: l'elica era posta sul davanti. Il motore elettrico della potenza di 8-9 HP, era alimentato da una batteria di pile del tipo più leggero. Il peso totale era di 2000 Cg., compresi due aeronauti.

Digitized by Google

In parecchie esperienze eseguite fu raggiunta la velocità di oltre 6 metri al secondo, andando contro vento e tornando cinque volte su sette al punto di partenza.

Il Woelfert presentò all'Esposizione di Berlino nel 1896 un dirigibile con due eliche di alluminio, mosse da un motore a benzina da 8 HP, ma fu distrutto da una esplosione.

Un altro tedesco, lo Schwartz, costruì un pallone cilindrico, terminato anteriormente da un cono in lamiera di alluminio da $^1/_5$ di millimetro. La navicella era pure ricoperta di lamiera di alluminio ed era collegata al pallone rigidamente per mezzo di un sistema complicato, assai pesante di aste e traverse di alluminio. E pure in alluminio era l'elica.

Il motore, a benzina, tipo Daimler, era a quattro cilindri, della potenza di 12 HP.

Per riempire il pallone vi si introdusse un sacco di seta il quale gonfiandosi col gas, scacciava l'aria attorno; furono poi chiuse le valvole ed il sacco tolto a pezzi. Durante la prima ascensione, si spezzò per una brusca discesa a causa della sua straordinaria fragilità e non fu più ricostruito.

Periodo contemporaneo (dal 1900). **DIRIGIBILI** — Questo periodo s'inizia col dirigibile del conte Zeppelin, illustrato ampiamente nella tavola decomponibile e del quale diamo, come per l'aeroplano Wright, una descrizione a parte particolareggiata.

Esso ha la speciale caratteristica nella rigidità della forma, differenziando in ciò tutti i dirigibili semi rigidi, nei quali il pallone compensatore supplisce alle deformazioni inevitabili.

Sono appena da ricordarsi i dirigibili speciali del Piraud, del Danilewsky, del Bousson, appartenenti a quella categoria di apparecchi ibridi coi quali si vorrebbe risolvere il problema della navigazione aerea raggruppando i due termini estremi della questione, cioè a dire il più pesante col più leggero dell'aria, senza pensare alla stranezza d'una tale concezione. Tra i due concetti fondamentali per giungere alla conquista dell'aria, vi fu, volta a volta, aspra lotta fino a tanto che il problema generale rimase allo stato d'embrione, e le esperienze, i tentativi si succedevano senza guida, senza un fondamento di studi, di cognizioni sufficienti, in modo del tutto empirico; ma quando le cose cominciarono a prender forma ben definita e consistente e sorsero due discipline scientifiche ben distinte e parimente importanti e profonde, l'aerostatica e l'aerodinamica, allora tra le due scuole vi fu la più netta separazione, e mentre da un lato l'aviazione lanciava nello spazio i più pesanti dell'aria, dall'altro l'aerostatica vantava il dominio dei venti coi moderni dirigibili.

Il Santos-Dumont merita uno speciale rilievo per la perseveranza, la genialità e l'intuito uniti ad un coraggio e ad una passione non comune dell'aeronautica e per aver saputo attirare gli sguardi di tutto il mondo sui dirigibili. Egli è sopratutto da ricordarsi come audace pilota, pronto ad ogni evenienza, ed i suoi aerostati se non possono essere considerati come modelli del genere, posseggono nondimeno elementi evidenti di superiorità sui precedenti e rappresentano un costante e razionale progresso.

Le figure 26 e 27 mostrano il 1° ed il 6° tipo dei dirigibili del Santos-Dumont, col secondo dei quali riuscì a compiere, il 19 ottobre 1901, 11 km. girando attorno alla torre Eiffel, come mostra la fig. 28, e tornare al punto di partenza. Il percorso fu compiuto colla velocità media di m. 7,50 al secondo e nel tempo di 30′ 40″, ma pur avendo superato di 40″ il tempo massimo stabilito, nondimeno gli fu assegnato il premio di

Digitized by Google

lire 100,000 che un mecenate dell'aeronautica, il Deutsch, aveva offerto per un tale percorso da compiersi nel tempo massimo di mezz'ora, con una macchina aerea qualsiasi.

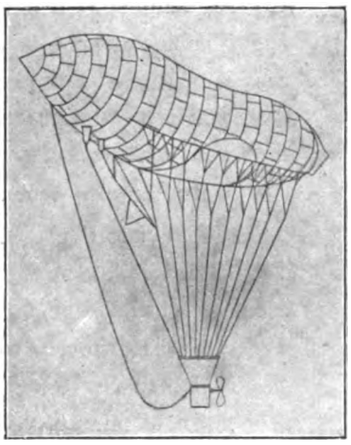


Fig. 26 — Dirigibile Santos-Dumont n. 1.

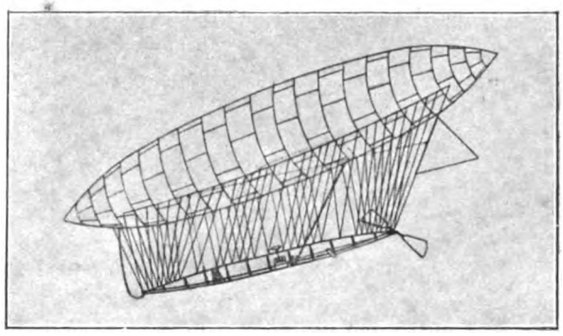


Fig. 27 — Dirigibile Santos-Dumont n. 6.

Il dirigibile col quale il Santos-Dumont vinse il premio Deutsch misurava 33 m. di lunghezza, 6 m. di diametro e terminava con due coni. Il palloncino compensatore, alimentato costantemente dal ventilatore, aveva il volume di 60 m^3, circa la decima parte di quello totale. Il motore, a 4 cilindri, era della potenza di 16 HP; l'elica del diametro di 4 m. e di una superficie alare di 4 m^2, girava con velocità ridotta, a 200 giri al minuto.

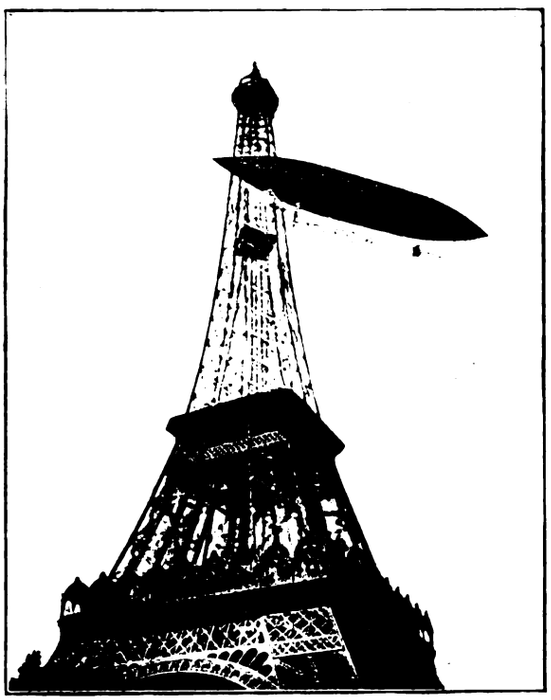


Fig. 28 — Santos-Dumont vince il premio Deutsch.

In seguito il Santos-Dumont ha fatto costruire altri modelli, nei quali notiamo dei perfezionamenti rispetto ai primi, ma non tali da costituire un grande progresso nell'aeronautica; ma non per questo egli non deve essere considerato come un pioniere illustre della conquista dell'aria.

Il dirigibile *Pax*, dovuto a Severo D'Albuquerque nel 1902, finito tragicamente per una esplosione avvenuta il giorno stesso del primo esperimento, aveva l'asse motore coincidente con l'asse dell'apparecchio (fig. 29), secondo un'idea già posta in pratica assai prima di lui, senza alcun successo.

Digitized by Google

Lo scopo era quello d'impedire il beccheggio e la disposizione adottata, sotto questo aspetto, appare razionale; ma le complicazioni costruttive e l'impiego d'ingranaggi conici, nonchè la eccessiva distanza dal piano della navicella al centro di trazione, rendevano il sistema poco soddisfacente.

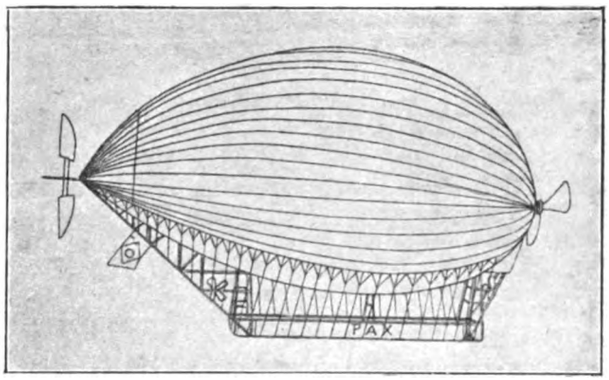


Fig. 29 — Dirigibile *Pax*.

Tatin, l'aviatore, presentò un gran dirigibile di 2000 m³, a cui fu posto il nome di *Ville de Paris*, con un motore da 60 HP azionante un'elica a 600 giri al minuto.

Si prevedeva una velocità di 40 km. all'ora, ma le esperienze non sembrarono tali da affidar molto sulla previsione.

Bradsky e Morin costruirono un dirigibile di seta, gonfiato a idrogeno, del volume di 850 m³ (fig. 30), senza palloncino d'aria, ma provvisto di opportuni tramezzi. Attorno

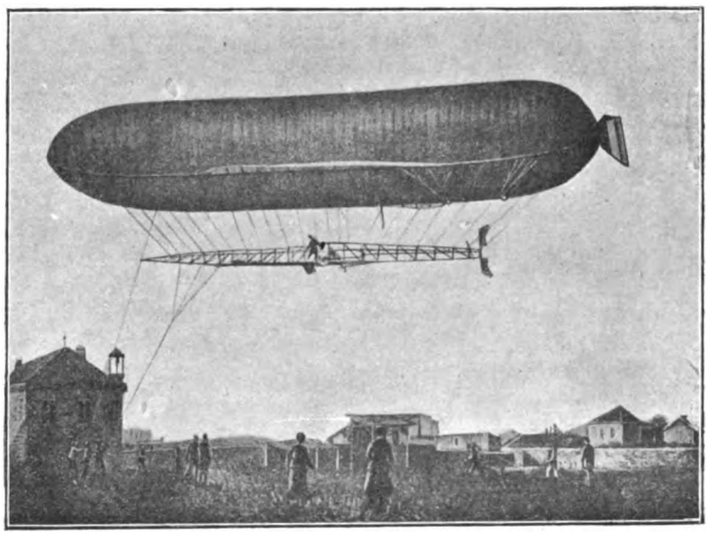


Fig. 30 — Dirigibile Bradsky e Morin.

all'involucro, lungo i meridiani correvano due nervature leggere di legno, destinate a dare all'aerostato una certa rigidità, ed a queste nervature si attaccavano le sospensioni della navicella e due superfici alari per diminuire il beccheggio ed eventualmente poter servire da paracadute. Il pallone era stato calcolato per riuscire di poco più pesante dell'aria, ed un'elica orizzontale, posta sotto il motore, doveva produrre l'ascensione.

Edotti dall'esplosione del *Pax*, gli aeronauti avevano provvisto sufficientemente ad allontanare di quasi 5 metri il pallone dalla navicella, a fare avvenire l'accensione del motore in un *carter* chiuso ermeticamente ed a guidare lo scappamento nell'atmosfera

Digitized by Google

per mezzo di numerosi tubi orizzontali; ma un difetto grave sussisteva, la deficienza di collegamento tra il pallone e la navicella, ciò che fu causa, insieme alla poca cura posta nelle legature, d'una catastrofe, poichè in seguito ad una manovra troppo rapida di cambiamento di direzione, la navicella si distaccò e cadde fracassandosi, uccidendo gli arditi aeronauti.

L'aeronautica non è arte che si possa praticare alla leggera, senza la necessaria preparazione tecnica e sopratutto senza il necessario allenamento fatto con metodo sperimentale prudente e rigoroso; ciò compresero i fratelli Lebaudy, dedicandosi a numerose esperienze metodicamente condotte col loro dirigibile, dovuto all'opera ed agli studi di Julliot e Surcouf, i quali seguirono la direttiva di impiegare larghe superfici piane per ottenere una conveniènte stabilità in movimento.

Il pallone ha il volume di 2384 m^3 ed il palloncino d'aria 1/7 circa, ossia 340 m^3. Esso è dissimetrico ed il maggior diametro avanza di 2/5 circa sull'asse longitudinale, la prora è a cono acutissimo (fig. 31 e 32).

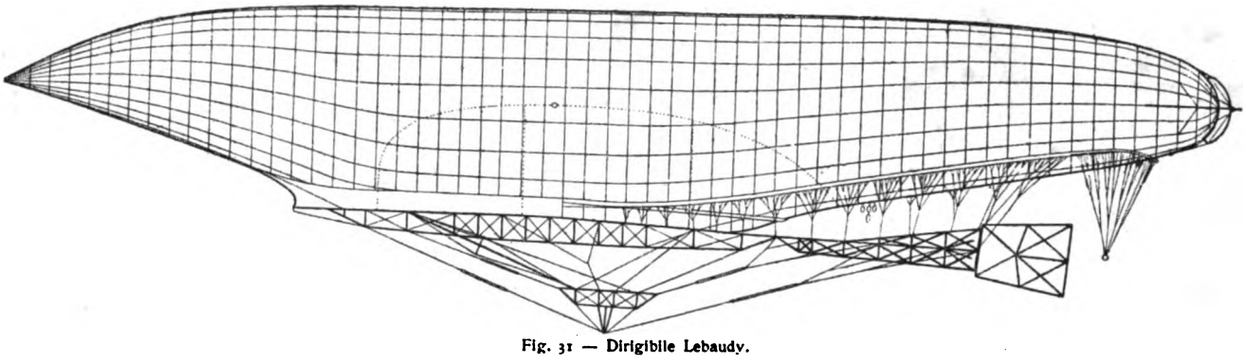


Fig. 31 — Dirigibile Lebaudy.

L'involucro è di stoffa doppia di cotone con l'interposizione d'uno strato di $^1/_{10}$ di mm. di caucciù, verniciata a più strati di una vernice speciale a base di caucciù, benzina e solfuro di carbonio.

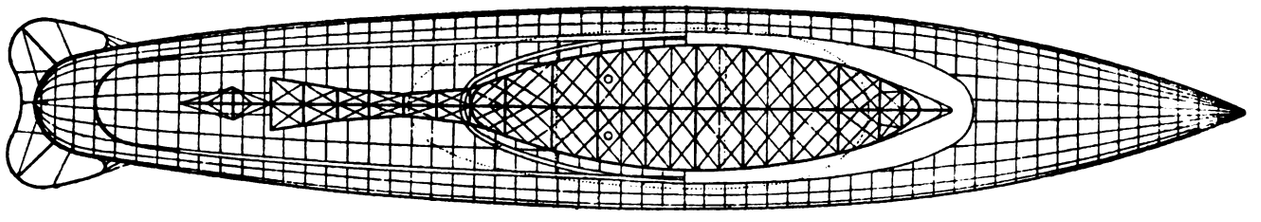


Fig. 32 — Dirigibile Lebaudy.

Il ventilatore destinato a riempire il palloncino compensatore è posto nella navicella ed è azionato dal motore stesso delle eliche. Le valvole di sicurezza sono registrate a 20 mm. d'acqua per l'idrogeno e a 15 $^m/_m$ per l'aria.

La navicella è ad intelaiatura metallica rivestita di lamiera d'alluminio: la sospensione, fatta con sottili corde metalliche di fili d'acciaio, è indeformabile e più rigida del

Digitized by Google

sistema funicolare immaginato da Dupuy de Lôme, per riguardo agli effetti della torsione nei cambiamenti di direzione (figg. 33 e 34).

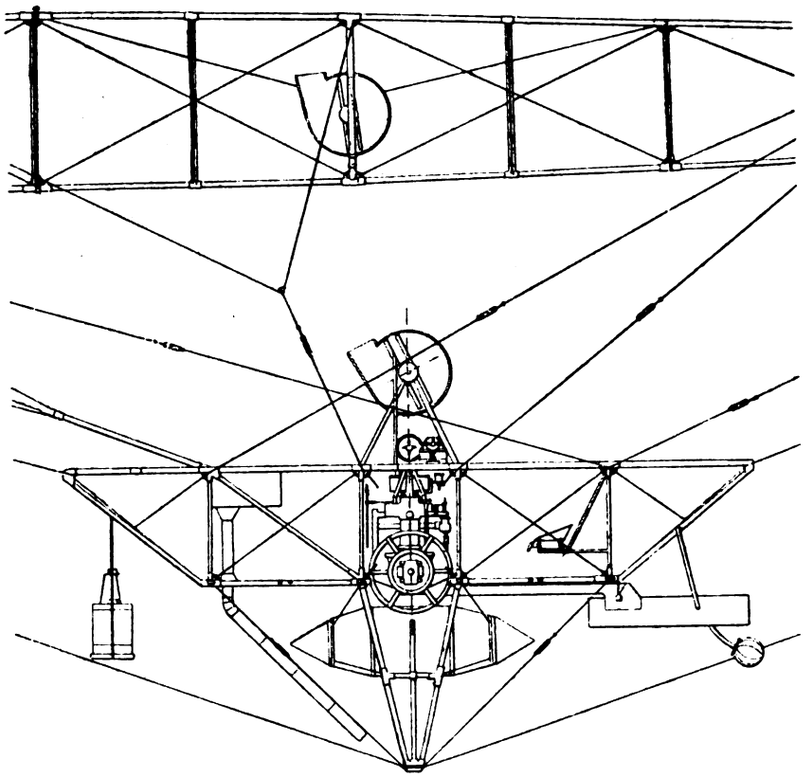


Fig. 33 — Particolari del Dirigibile Lebaudy.

Il motore, da 40 HP, è del tipo comune da automobile, con circolazione d'acqua e

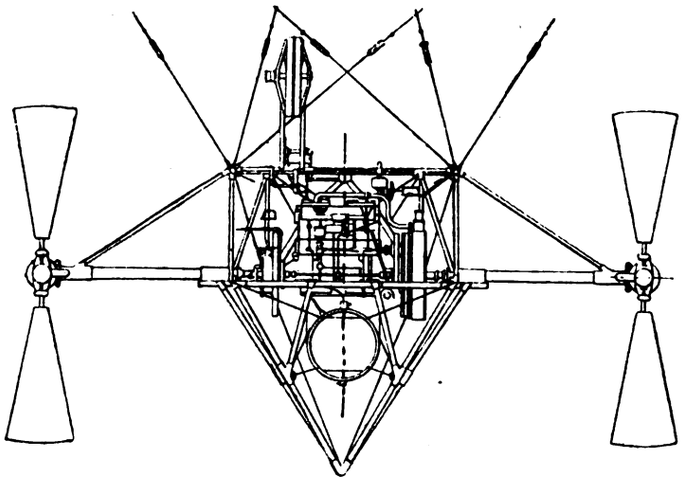


Fig. 34 — Particolari del Dirigibile Lebaudy.

radiatore a celle, e pone in azione 2 eliche laterali col mezzo d'ingranaggi conici del diametro di m. 2,44; il numero dei giri è intorno a 1000.

Digitized by Google

La velocità raggiunta fu di 12 m., mai prima raggiunta, e le esperienze dimostrarono l'obbedienza assoluta del dirigibile alla volontà dei piloti.

Sono poi da menzionare un modello assai interessante del De Dion (fig. 35), il

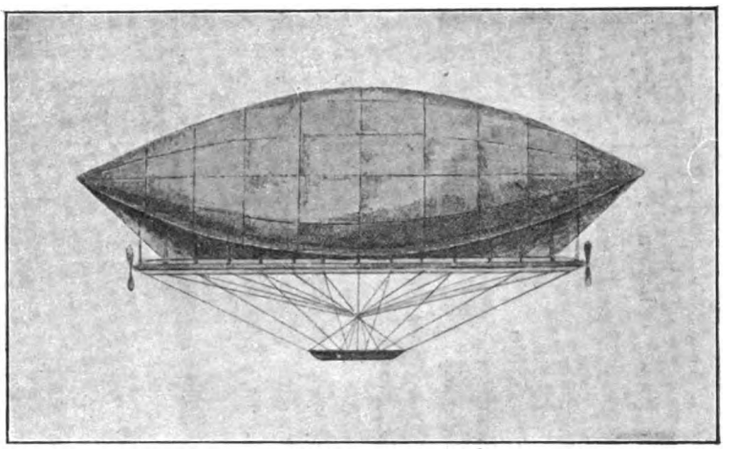


Fig. 35 — Dirigibile De Dion.

progetto Josselin, che ricorda il dirigibile *La France*, e finalmente i due primi dirigibili militari: quello francese, *La Patrie*, e il dirigibile italiano, opera veramente degna del nostro Genio militare.

Dopo le esperienze ripetute, sempre soddisfacenti, decisive del dirigibile Lebaudy, l'esercito francese volle avere un dirigibile proprio dello stesso tipo, valendosi dell'opera dei costruttori medesimi e fu costruita *La Patrie* di maggior volume, 3250 m^3, e con lievi differenze di forma. Il palloncino compensatore da 500 m^3 fu portato a 750 m^3.

I piani posteriori, detti farfalla, furono accresciuti, e così pure furono accresciuti i piani sostenitori in senso orizzontale e verticale, i quali nondimeno già costituivano una delle caratteristiche del Lebaudy.

Furono portati miglioramenti ai timoni, alla navicella, al ventilatore.

Il motore era della potenza di 70 HP, quasi doppia di quella del 1° tipo Lebaudy.

Dopo numerose ascensioni senza inconvenienti, eseguite anche con cattivo tempo, con un equipaggio da 4 a 8 persone e durate dall'ottobre del 1906 fin quasi alla fine del 1907, il 29 novembre 1907, per un accidente al motore, il dirigibile che aveva appena iniziato una ascensione, con tempo calmo, fu dovuto calare e atterrare in aperta campagna.

La sera del giorno seguente un vento impetuosissimo, ad onta di tutti i tentativi fatti, rese impossibile trattenerlo più oltre e abbandonato a sè stesso si perdè nell'Oceano.

Del primo dirigibile militare italiano diamo la fotografia (fig. 36) durante le prove del 12 ottobre 1908. Esso è frutto di severi studi sperimentali, condotti con indirizzo veramente scientifico e nondimeno assai perfezionato col tipo 1 ^{bis}, di cui diciamo separatamente qui appresso. Ormai i dirigibili militari sono entrati nella dotazione di tutti gli eserciti più importanti, e nel quadro seguente riportiamo l'elenco delle flotte aeree delle diverse Nazioni nel 1909: l'Italia ne ha attualmente 4 in costruzione.

Digitized by Google

Flotte aeree delle Nazioni estere nel 1909.

NAZIONI	ESERCITO			MARINA
	IN SERVIZIO	IN COSTRUZIONE	ORDINATI	
America	2 Baldwin	3 Baldwin 3	1 di grande cubatura 2 di 4000 m³	2 Zeppelin
Austria		1 Parseval	1 Lebaudy (3500 m³) 2	1 Zeppelin 1 Lebaudy
Belgio		1 La Fiandra	1 Semirigido	
Cina			1 Semirigido	
Francia 4	1 Lebaudy 1 Liberté 3 1 Ville de Paris 1 Col. Renard	1 Ville de Bordeaux (Astra) 2 tipo Liberté (Lebaudy) 3	1 Lebaudy 1 Astra (6000 m³) 1 Lebaudy (8000 m³)	2 Lebaudy
Germania 7	2 Zeppelin 2 Parseval 5 3 Gross	2 Zeppelin 2 Parseval 3 1 Gross	1 Zeppelin (15.000 m³) 1 Parseval (6000 m³) 6 1 Gross (8000 m³)	4 Zeppelin 2 Parseval
Giappone	2 Yamada	1 Yamada		
Inghilterra	2 Baby	1 di 3000 m³ 4	1 Clement-Bayard 1 Lebaudy 2 Wickers e Maxim	2 Zeppelin
Olanda			1 Zeppelin	
Russia 2	1 Russie 1 Utcebni 2	1 Schabsky 1 Kostovich (rigido)	2 Lebaudy	1 Zeppelin
Spagna	2	1 Astra 1 Parseval		1 Zeppelin
Svezia				2 Zeppelin
Svizzera			1 Astra	

Digitized by Google

Tra i migliori dirigibili moderni oltre allo *Zeppelin,* di cui è trattato a parte diffusamente, sono da ricordare il *Colonel Renard* (fig. 37), francese, della cubatura di

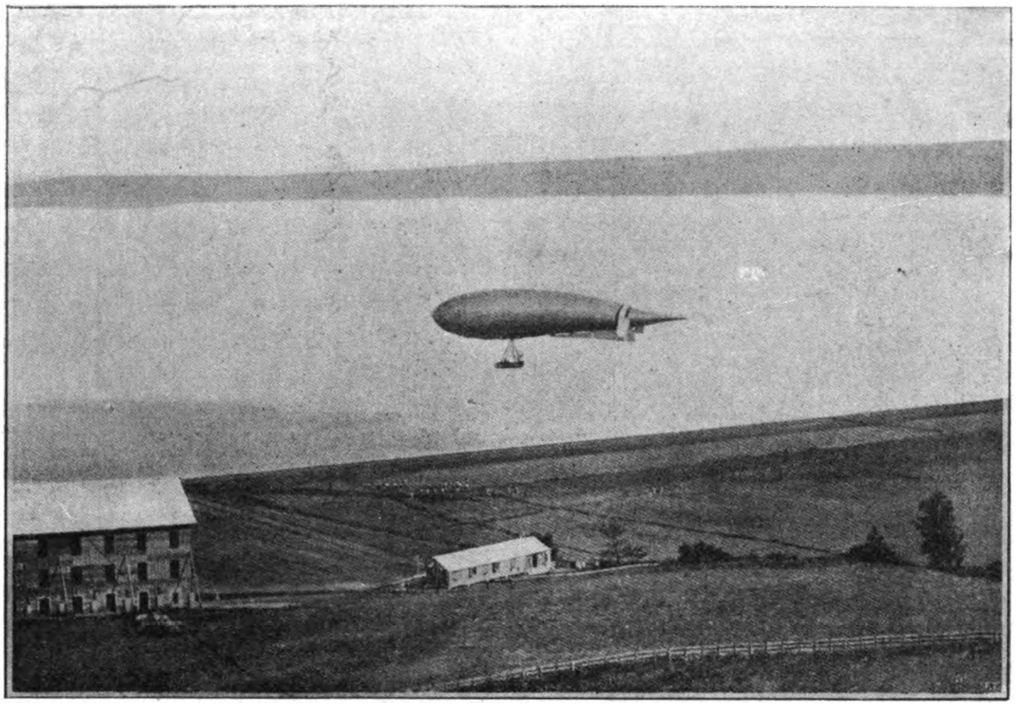


Fig. 36 — Il primo dirigibile militare italiano.

4000 m., lungo m. 60, col diametro maggiore di m. 10,60, ad involucro flessibile, ad elica e piani di profondità davanti, con impennaggio a poppa, fatto con palloncini, col timone di direzione alla coda, provvisto d'un motore da 100 HP e colla velocità propria di 40 chilometri.

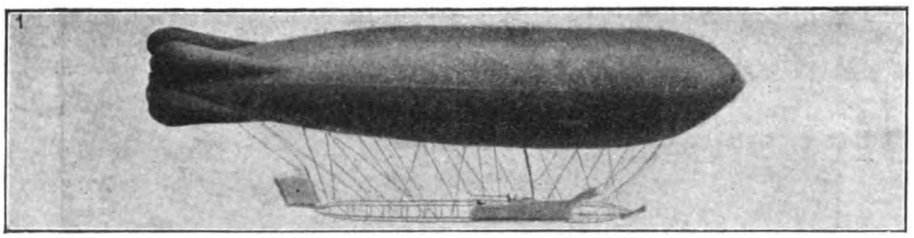


Fig. 37 — Dirigibile *Colonel Renard.*

Il *Gross,* tedesco, lungo metri 66, col diametro maggiore di metri 11 e del volume di m^3 4500, con impennaggio a poppa, a piani fissi, avente la navicella di metallo lunga metri 8 e l'involucro semirigido; è provvisto di 2 motori da 100 HP ciascuno.

Il *Leonardo da Vinci,* dell'ing. Forlanini, italiano, incominciato nel 1901 e condotto a termine soltanto ora per contingenze di carattere non tecnico, il quale, in alcune esperienze, di una delle quali si è tanto parlato, intorno al Duomo di Milano, ha conseguito il *record* della minima resistenza (grammi 3 $^1/_2$ per ogni metro quadrato di

Digitized by Google

sezione maestra e per la velocità di 1 metro al secondo). La caratteristica principale di tale dirigibile è di avere avvicinato la navicella, i motori, le trasmissioni e tutti i rimanenti organi, al pallone, in modo da formare un sol corpo e da non doversi vincere,

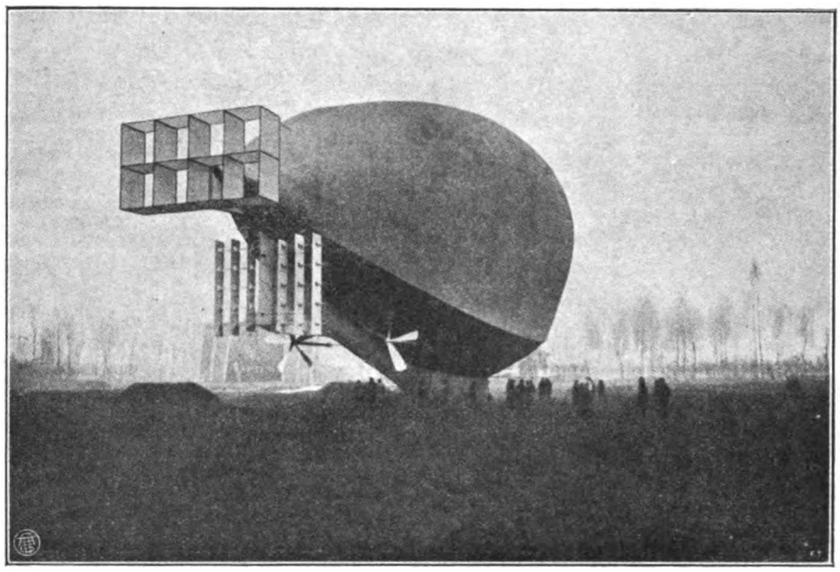


Fig. 38 — Dirigibile *Leonardo da Vinci*.

nell'avanzamento, che la resistenza del pallone propriamente detto, secondo l'intendimento dell'ing. Forlanini e del suo valente cooperatore, il capitano Dal Fabbro.

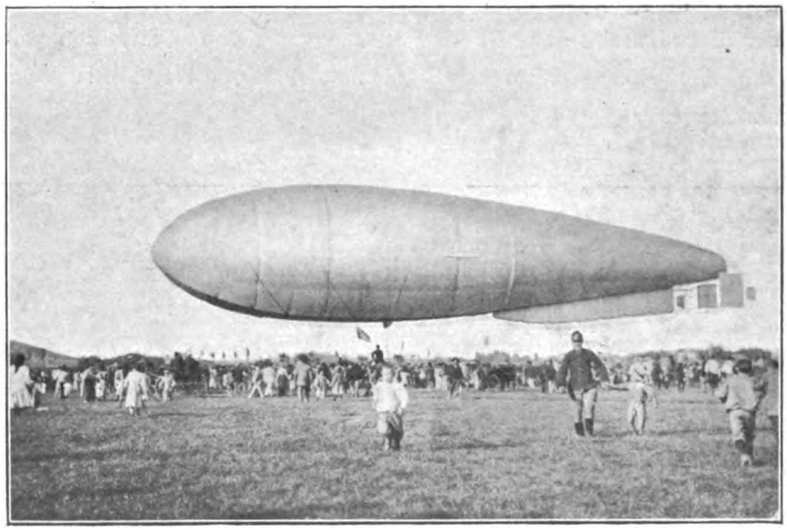


Fig. 39 — Dirigibile militare italiano 1 bis.

IL DIRIGIBILE MILITARE ITALIANO 1 bis. — Il dirigibile militare italiano 1 bis deriva dal modello esperimentato nel 1908. È a forma dissimetrica, con sezione maestra molto spostata verso l'estremità anteriore e coll'estremità posteriore molto affusolata (fig. 39).

Digitized by Google

Quantunque armato di una carena metallica come quello del 1908 e partecipante in larga parte delle forme e della superficie inferiore dell'involucro del tipo 1, essendo tale carena snodata e composta di varie sezioni collegate fra loro agli estremi laterali, con giunti a movimento di rotazione, il sistema complessivo che ne deriva, involucro ed armatura metallica insieme, non assume carattere nè di rigidezza nè di semirigidezza. Si differenzia così caratteristicamente tanto dal tipo rigido Zeppelin, quanto dai semirigidi Lebaudy e Gross, e si rende più prestante ai moti pulsatori dell'involucro per le variazioni di pressione del gas interno, offrendo così il modo di controllare le condizioni di lavoro delle singole sezioni dell'involucro; si rende anche più rispondente alle condizioni di sicurezza, all'ancoraggio ed all'ormeggio, e fornisce pure un'ampia superficie di sostentamento nella traslazione. Ha una cubatura di 3500 mc. per una lunghezza di circa 63 metri ed una sezione maestra di circa 10 metri.

La carena metallica è esterna all'involucro, ma è ricoperta da appositi lembi laterali di stoffa che si richiudono in modo da rendere facile, ed il più pronto possibile, il disgiungimento della carena metallica dall'involucro. Dalla carena metallica partono le funi di sospensione della navicella, che è un po' all'indietro rispetto alla sezione maestra.

Nell'interno l'involucro è suddiviso in compartimenti stagni ed ha un palloncino compensatore *(ballonet)*.

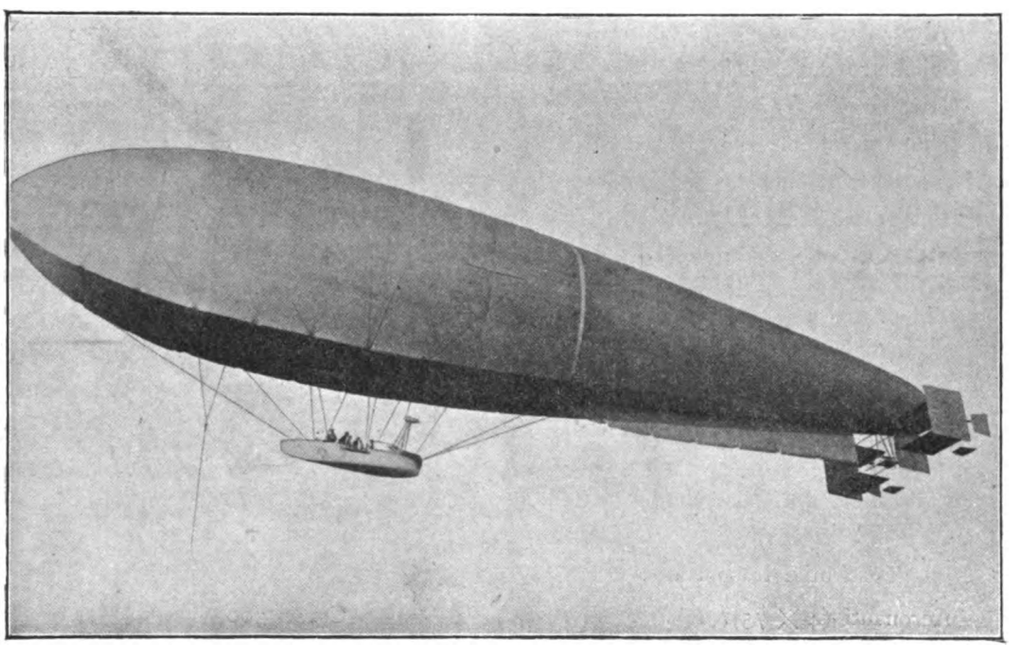


Fig. 40 — Dirigibile militare italiano I bis.

All'estremità posteriore ha, lungo la generatrice inferiore, una chiglia snodata, ed all'estremità di questa il timone verticale. Ai fianchi del timone verticale sono disposti i piani stabilizzatori orizzontali e verticali, a forma cellulare. Ai fianchi centrali ed alla estremità posteriore, ha due alette di semplice stoffa, per concorrere al sostentamento della parte posteriore del sistema (fig. 40).

Digitized by Google

La navicella è in legno leggerissimo a scafo di canotto. In essa è disposto un motore Clément-Bayard da 120 HP, ed un gruppo propulsore composto di due eliche laterali di 3 m. di diametro, in lamiera d'alluminio, armata all'interno, a passo variabile ed invertibile. Velocità media 50 Cm. all'ora; raggio d'azione normale, 10 ore di marcia.

Dopo il recente viaggio a Napoli, compiuto in forma splendida, esso è dopo lo Zeppelin, il dirigibile che abbia eseguito il più lungo viaggio ininterrotto.

Caratteristiche dei Dirigibili militari italiani.

		N. 1	N. 1 bis
Volume dell'idrogeno	m^3	2750	3500
» del *ballonet*	»	500	650
Lunghezza dell'involucro	m.	63	63
» della navicella	»	8	8
Larghezza »	»	1,60	1,60
Altezza »	»	1	1
Diametro delle eliche	»	2,40	2,40
Larghezza »	»	0,30	0,30
Numero minimo dei giri delle eliche		600	600
» massimo » »		1200	1200
Potenza del motore	HP	100	100

Velocità massima ottenuta in circuito fermo, all'ora 50 Cm. in media.

Peso dell'involucro	Cg.	800	
» della carena metallica	»	300	
» dei timoni	»	250	Cg. 2500
» della chiglia	»	150	
» della navicella, compreso il motore, ecc.	»	1000	

Peso utile trasportato:

Aeronauti (4 × 75)	Cg.	300	
Combustibile	»	300	Cg. 1100
Zavorra	»	300	
Accessori	»	200	

Digitized by Google

L'AEROPLANO

Considerazioni generali. — Gli apparecchi più pesanti dell'aria, destinati al volo, si dividono in tre classi: gli *ornitotteri,* gli *elicotteri* e gli *acroplani.*

Gli *ornitotteri* imitano gli uccelli, si sostengono ed avanzano per mezzo di ali battenti, e apparentemente, in considerazione dell'alto rendimento dell'ala, avuto riguardo al suo movimento elicoidale ed al moderno sviluppo della meccanica, sembrerebbero gli apparecchi destinati al maggiore successo. Al contrario, allo stato attuale essi sono invece quelli il cui studio non ha avuto applicazioni sperimentali decisive, ma non è detto che col tempo non possano raggiungere quel pratico sviluppo che non è ora prevedibile.

Gli *elicotteri* sono apparecchi provvisti di due eliche ad asse verticale per sollevarsi e di una elica ad asse orizzontale per la traslazione, quindi complicati, pesanti e male equilibrati. Sono poco adatti a grande velocità di traslazione, tuttavia è certo che almeno nel campo delle ricerche scientifiche potranno portare essi pure un utile contributo.

Gli *aeroplani* sono costituiti da un piano di sostegno, un vero e proprio cervo-volante, il quale si muove rapidamente nell'aria da un punto ad un altro, spinto o trasportato da un propulsore, col quale è possibile, per semplice inclinazione del piano, ottenere il movimento ascensionale o discendente, nonchè di utilizzare l'azione del vento.

L'aeroplano è l'apparecchio che ha già ben risolto uno dei più ardui problemi della navigazione aerea, essendo più pesante dell'aria; esso ha in sè tutti gli elementi di un rapido ed immancabile successo ed in breve entrerà nel novero dei più meravigliosi mezzi di locomozione che l'uomo abbia saputo creare, asservendo tutti i mezzi di cui la natura dispone: accenneremo in seguito quali conseguenze notevoli sono già da prevedersi per l'avvenire, da una scoperta sì prodigiosa.

Il primo progetto di aeroplano data dal 1843 ed è dovuto ad Henson; era provvisto di tutti i necessari accessori, ma mancava di stabilità, e fu il Pénaud nel 1873, che costruì un piccolo aeroplano stabile, azionato da una molla di caucciù, sviluppandone la teoria in modo originale e completo. Ma l'apparecchio non potè entrare nel campo industriale finchè il rapido progresso dei motori a vapore non permise di avere delle grandi potenze, corrispondenti al peso complessivo di non oltre 5 Cg. per HP.

Ed allora si ebbero le celebri esperienze di Maxim, di Langley e di Ader, le quali benchè incoraggianti non costituirono che delle prove isolate, per essere riuscite eccessivamente costose, e mancarono di quella continuità sperimentale, fatta di errori e di successi che solo può dar modo di far progredire i grandi problemi che, volta a volta, interessano ed appassionano l'umanità.

Spettava al grande Lilienthal il merito di creare una scuola sperimentale, accessibile a tutti, di spesa minima, che si prestava meravigliosamente allo studio degli aeroplani

Digitized by Google

in modo razionale, fino al punto di render possibile la moderna e definitiva soluzione del problema.

Il Lilienthal, nelle innumerevoli esperienze che egli intraprese per studiare il volo piano, lo slittamento degli uccelli, onde sopprimere l'apparecchio motore, la spinta iniziale ed i pericoli di prender terra, scelse una collina sabbiosa, bene esposta ai venti, dalla quale si slanciava con una specie di paracadute dirigibile, a due piani sovrapposti, provvisto di timone, formato di una intelaiatura di canne di bambù coperta di tela, che a guisa di ali egli governava per mezzo delle gambe, essendo sostenuto per le spalle.

Egli recò un prezioso contributo all'aviazione, tolse agli aviatori il pregiudizio che fosse necessario esperimentare il volo da grandi altezze, studiò le forme curvilinee più convenienti per la velatura, riuscì a compiere successivamente delle distanze da 15 metri ad oltre 100 metri, acquistando tale sicurezza dell'apparecchio da cimentarsi persino in tempi burrascosi, lasciandosi trascinare ad altezze esagerate, al punto che in una di tali esperienze rischiose, per un danno accidentale, cadde e miseramente perì.

Il maestro lasciò però dei numerosi allievi in ogni paese, tra i quali Chanute, Ferber, Pilcher, e sopra ogni altro si distinsero i fratelli Wright, i legittimi continuatori dell'opera di Lilienthal, ai quali arrise il trionfo, che la morte tolse inesorabilmente al loro maestro.

Ma il progresso dell'aeroplano, il cui principio fondamentale è di sostenersi avanzando, è stato sempre necessariamente legato al progresso degli apparecchi motori e tra questi, dei motori leggeri, il cui incremento in questi ultimi anni ha di conseguenza fatto sviluppare straordinariamente la locomozione automotrice, in tutte le sue più svariate applicazioni.

Il calcolo e la costruzione degli aeroplani sono oggidì già praticamente possibili, ma quanto cammino non deve ancora fare un tale apparecchio per raggiungere le caratteristiche di solidità, facilità di manovra, sicurezza ed economia di funzionamento che sono necessarie ad assicurargli un grande sviluppo industriale.

I numerosi e complessi elementi che concorrono allo studio del volo lasciano adito a studi e ad applicazioni indefinite, da dover ritenere che le varie soluzioni si contenderanno sempre il terreno nel campo industriale, si completeranno a vicenda, si perfezioneranno in un continuo processo evolutivo, ma con ogni probabilità, non si avrà mai un tipo di assoluta prevalenza sugli altri.

La curvatura delle superfici alari, la rigidità e la mobilità di esse, l'estensione e l'influenza del timone o dei timoni, l'equilibrio automatico o meno, le eliche, il tipo del motore, la forma semplice o cellulare, il numero dei piani di sostegno, sono altrettanti poderosi problemi che avanzano, incalzano incessantemente ed incessantemente apportano modificazioni e perfezionamenti ai numerosi apparecchi che oggidì possono liberamente librarsi nell'aria.

Ma ormai le caratteristiche principali si sono stabilite in modo definitivo, così da potersi dividere gli aeroplani in due grandi tipi: monoplani e biplani secondo le superfici di sostegno, ciascuno dei quali si distingue nettamente in tre categorie, a seconda del dispositivo di equilibrio: automatico, a torsione *(gauchissement)* e ad alette *(ailerons)*.

Le caratteristiche secondarie sono costituite dai sopporti: ruote o pattini; dagli smorzatori di atterraggio: molle o pneumatici; dal numero, la posizione, il diametro, i giri delle eliche; dalla potenza, numero dei cilindri, raffreddamento, sistema di accensione degli apparecchi motori.

Digitized by Google

Calcolo e costruzione. — Come è dato rilevare dalle note teoriche in principio del libro, la resistenza R opposta dall'aria ad un piano di superficie S che si muova in direzione normale al vento, colla velocità V, è data dalla formula di Newton

$$R = k S V^2$$

nella quale il valore di k varia da 0,055 a 0,125 a seconda degli esperimentatori, il che dimostra come la legge di proporzionalità tra la superficie e la resistenza sia soltanto approssimata, ed impossibile a rendersi con una formula unica, la quale non tenga conto della forma, della natura, della superficie e degli elementi fisici del mezzo aereo. Il coefficiente generalmente più usato è $k = 0{,}085$.

Quando il piano forma un angolo α colla direzione del vento, la formula di Newton, ormai abbandonata, che dà la resistenza R_1 è la seguente:

$$R_1 = R \operatorname{sen}^2 \alpha$$

detta anche del seno quadrato.

Usata è invece quella di Marey e Lössl:

$$R_1 = R \operatorname{sen} \alpha.$$

Ma vi sono anche le seguenti, più complesse, oltre quelle già ricordate:

di Rayleigh:

$$R_1 = R \frac{2 \pi \operatorname{sen} \alpha}{4 + \pi \operatorname{sen} \alpha}$$

di Duchemin:

$$R_1 = R \frac{2 \operatorname{sen} \alpha}{1 + \operatorname{sen}^2 \alpha}$$

di Renard:

$$R_1 = R \left[\operatorname{sen} \alpha + \frac{1}{1 + \operatorname{tag}^2 \alpha} \right]$$

Il calcolo e la costruzione di un aeroplano implicano la determinazione dei pesi, la forma e l'angolo d'incidenza dei piani di sostegno, la velocità di traslazione, la potenza motrice; ma questi elementi, dopo la esperienza di tanti anni, non sono più lasciati all'arbitrio, ma per alcuni almeno si hanno già norme sicure entro limiti definiti.

Per avere delle modeste dimensioni, la velocità deve essere notevole, ma non oltrepassare dei valori tali da renderla pericolosa; si ritiene che intorno ai 70 km. all'ora, o 20 metri al secondo, sia una velocità che può esser presa come base dello studio di un aeroplano.

In quanto all'angolo d'incidenza sia in base alle esperienze con apparecchi di studio, come in base ai risultati con apparecchi montati, si ritiene che l'angolo di 5° rappresenti l'inclinazione media più conveniente, da diminuirsi naturalmente coll'aumento della velocità considerata.

Indicando con P il peso totale dell'apparecchio si ha:

$$P = k S V^2 \operatorname{sen} \alpha$$

in base al quale può calcolarsi il lavoro di propulsione; ma per evitare discese precipitose nel caso non improbabile di arresto del motore, devesi mantenere un rapporto

Digitized by Google

tale tra S e P da permettere che l'apparecchio possa slittare come un aeroplano a volo piano senza motore e con un angolo d'incidenza prossimo all'orizzontale, in maniera che l'aviatore possa scegliere il punto d'approdo. Per soddisfare a questa condizione è sufficiente non oltrepassare il peso di Cg. 20 per ogni metro quadrato di superficie di sostegno.

Della forma e della stabilità. — Nella forma da darsi ai piani di sostegno di un aeroplano, non era possibile allontanarsi di troppo da quella che la natura, dopo un lungo processo di evoluzione, ha dato alle ali degli uccelli. Le superfici sono sempre a curvatura convessa, coll'asse maggiore normale all'avanzamento, dolcemente raccordate alle estremità, ed il rapporto delle due maggiori dimensioni, della larghezza e della lunghezza, deve mantenersi come 1 : 6.

La stabilità longitudinale, ossia la condizione d'equilibrio per impedire il capovolgimento dell'apparecchio, nella direzione del volo, è ottenuta per mezzo del timone orizzontale posteriore od anteriore, cosidetto di profondità, e disposto come la coda o la testa negli uccelli.

Tale timone ha grandissima importanza nella facilità di manovra e nella sicurezza di un aeroplano. Più è distante dal piano di sostegno, maggiore è la stabilità. Deve essere a superficie simile a quella dell'aeroplano, e poter ruotare per variare il suo angolo d'incidenza onde ottenere l'ascesa e la discesa dell'apparecchio.

La forma, il peso, la distribuzione degli organi rispettivi sono subordinati al fatto che è un errore di abbassare il centro di gravità; in tal modo non si provocherebbe che un maggior *movimento pendolare,* e pregiudizievole alla stabilità dell'aeroplano.

La distanza D tra il centro di figura e quello di pressione è data secondo il Soreau, dalla:

$$D = \frac{l}{4\,(1 + 2\,\mathrm{tang}\,\alpha)}$$

essendo l la lunghezza del piano di sostegno ed α l'angolo d'incidenza.

Secondo il Ferber, il centro di gravità deve proiettarsi sul piano di sostegno tra il bordo anteriore ed il centro di figura.

È precisamente sulla disposizione relativa di tali punti, sul valore assoluto e relativo delle varie forze: gravità, resistenza, propulsione, che si fonda lo studio di un aeroplano in ordine alla stabilità, al rendimento, al volo.

Per la stabilità laterale, o rullio, i mezzi riconosciuti più acconci sono il timone ed i piani verticali distanti dal centro di gravità e di ampiezza sufficiente.

I fratelli Wright, come vedremo meglio in seguito, hanno posto anteriormente il timone di profondità e dietro il timone verticale, aumentando l'azione di questo con due piccoli piani verticali disposti fra i due piani costituenti il timone di profondità ed i quali conferiscono la necessaria stabilità di avanzamento.

Per la stabilità laterale, principalmente nelle evoluzioni, hanno dato all'estremità delle grandi ali del loro biplano un movimento di torsione che eguaglia il movimento caratteristico delle estremità delle ali degli uccelli.

Per la stabilità generale degli aeroplani è necessario che il peso sia opportunamente distribuito anzichè ammassato in un punto.

La parte centrale, il corpo dell'aeroplano, al quale si dà preferibilmente la forma fusiforme, da proiettile, richiede lo stesso studio, le stesse cure delle altre parti ed i

Digitized by Google

costruttori già cominciano ad interessarsene in modo speciale. In essa trovano posto il motore coi suoi accessori, il pilota e gli organi di comando, con quale influenza sui centri di gravità e di sostentamento è facile immaginare.

L'indole del libro non consente l'ampio svolgimento teorico che la questione della stabilità, essenziale negli aeroplani, richiederebbe, tuttavia merita di richiamare una memoria presentata ai Lincei dai Dott. Luciano Orlando e Capitano G. A. Crocco sull'importante argomento, la quale pone in evidenza che l'aeroplano di tipo americano, ad es. il Wright, benchè sprovvisto di coda, può essere costruito con un coefficiente di stabilità maggiore di quello dei migliori aeroplani provvisti di coda.

Essi, in modo assai geniale, giungono alla conclusione che per la stabilità deve esser soddisfatta la condizione che l'angolo che l'asse dell'aeroplano (retta che unisce i centri di pressione del piano di sostegno e della coda) fa col piano di sostegno, deve esser maggiore dell'angolo che lo stesso asse fa colla coda. Infatti quest'ultimo angolo è quasi nullo negli aeroplani con coda, la quale giustamente si ritiene che non debba esser portante.

Ora è facile argomentare, dopo ciò, che l'ineguaglianza di tali angoli, norma non seguìta dai Wright, può assicurare anche in questo tipo, la voluta stabilità.

Della potenza motrice. — In base agli stessi elementi indicati sopra colle lettere S, V, P ed α, il lavoro L occorrente a spostare un piano, nell'unità di tempo, sarebbe espresso dalla

$$L = \frac{P^2}{k\, S\, V^2 \cos^2 \alpha}$$

Nel caso d'un aeroplano, il lavoro di traslazione è uguale alla somma di 2 lavori, uno uguale ad L, corrispondente all'avanzamento, vincendo la resistenza dell'aria, l'altro

$$L_1 = k' S^1 V^2 V$$

corrispondente alla semplice trazione dell'apparecchio, essendo k' ed S^1 rispettivamente il coefficiente di resistenza dell'aria e la superficie di tutto il sistema.

Quindi la potenza motrice M sarebbe data dalla

$$M = \frac{P^2}{K\, SV^2 \cos^2 \alpha} + k' S' V^3$$

Il Ferber dà per equazione dell'elica:

$$F = \alpha^1\, h\, r\, n^2\, d^4$$

nella quale:

F, è la forza in Cg. per sollevare l'apparecchio,

d, il diametro in metri,

h, il rapporto del passo al diametro,

n, il numero dei giri al secondo,

$r = \frac{r\, h\, d - V}{r\, h\, d}$ il rinculo dell'elica,

α^1, un coefficiente uguale a 0,033.

Digitized by Google

E secondo il medesimo, gli elementi costitutivi d'un aeroplano sarebbero determinati colle formule seguenti:

$$R = K S V^2 \operatorname{sen} \alpha$$

$$F = \frac{R}{m} (m \text{ variabile da } 3 \text{ a } 5)$$

ed il lavoro L di propulsione, ammesso un rendimento del 50 %

$$L = (\beta h^2 r + b^1) n^3 d^5$$

essendo i coefficienti β e β^1 rispettivamente uguali a 0,027 e 0,003.

Il Soreau indica il massimo del peso utile P_u che un aeroplano può sollevare colla formula:

$$P_u = \frac{340 S}{p} - P_a$$

nella quale:

P_a, è il peso totale,
S, la superficie di sostegno,
p, il peso per HP,

cavandone la conseguenza di dovere usare per la costruzione, materiali di alta resistenza per impedire possibili deformazioni ed ottenere senza difficoltà sempre maggiori velocità di traslazione.

Materiali e dettagli costruttivi. — Nella costruzione dei primi aeroplani le difficoltà per la ricerva delle materie più adatte, pei collegamenti, le sartie, i tenditori, le curve e tanti altri particolari costruttivi, furono altrettanto grandi quanto gli studi della forma, della potenza, delle superfici, ma oggidì tutte le difficoltà si sono vinte e si hanno elementi sicuri sui quali basarci.

Il Ferber, a questo proposito, dà i seguenti preziosi giudizi e suggerimenti:

Per l'ossatura, al legno che se molto solido riesce troppo pesante, oppure riesce troppo fragile se è leggero, è preferibile il tubo metallico, ed all'uno ed all'altro è superiore il *bambù,* il quale presenta anche il vantaggio di non scheggiarsi rompendosi.

Pel collegamento delle canne di bambù, bisogna distinguere quando esse sono disposte normalmente da quando sono combacianti; nel primo caso si fanno dei manicotti speciali a forma di T di legno o di alluminio, nel secondo caso si adoprano dei manicotti lisci, nei quali s'infilano le canne, per protezione della legatura, e questa si fa con fasce di alluminio, dello spessore di mezzo millimetro, strette da colletti registrabili.

I tenditori comuni a vite dritta e mancina, con staffa centrale, debbono essere scartati perchè di limitata tensione e facili a irrugginirsi ed allentarsi, sicchè il loro impiego non affida della solidità della costruzione. Il sistema migliore è quello delle *cosses* in alluminio anzichè di legno, diffuso in aerostazione per tender le corde, come è dato vedere tra i particolari di costruzione dei dirigibili.

Per le sartie il filo d'acciaio è preferibile; per le curve, in luogo di ricavarle da tavole segate secondo la voluta sagoma, di debole resistenza per la recisione delle fibre, è necessario ottenerle con fogli di legno piegati, incollati e verniciati.

Sono da escludere i chiodi e le viti di ferro usando in loro vece delle legature con cordicelle incatramate.

Digitized by Google

Principî generali e conseguenze. — Dall'insieme di quanto è stato esposto fin qui possiamo trarre i seguenti principî generali:

1 - Centro di gravità, poco abbassato vicino al centro di pressione.
2 - Peso distribuito anzichè concentrato.
3 - Forma fusiforme delle diverse parti centrali.
4 - Velatura leggermente concava.
5 - Timoni indipendenti.
6 - Migliore utilizzazione data dalle grandi eliche a piccola velocità.
7 - Necessità d'un timone di direzione per una sola elica.
8 - Necessità dell'uso dei motori da automobili, resi un poco più leggeri.

Possiamo anche dare un rapido sguardo all'avvenire, ora che l'aeroplano è uscito in maniera che ha quasi del fantastico, dal suo stato di mistero, per conquistare la folla, per entrare, nuovo e prodigioso mezzo di lavoro e di attività nel campo industriale, politico, sociale del mondo.

L'aeroplano sarà un mezzo di trasporto da città a città, rapidissimo per la velocità propria e per la strada più breve da seguire in confronto di ogni altro veicolo. Alla stessa guisa dell'automobile contribuirà ad accrescere la libertà individuale con un esercizio dei più igienici e dilettevoli.

Nessun dubbio che quando si saranno immaginate e costruite delle stazioni adatte, di facile accesso, quando il nuovo mezzo di locomozione sarà reso accessibile al pubblico, esso aiuterà grandemente la moderna tendenza di sfollamento delle città, dal cui centro, riservato all'intensa e febbrile trattazione degli affari, si dirameranno in ogni direzione delle adatte, comode e quiete abitazioni, sempre più distanti.

Alla stessa guisa che si usa per la navigazione marittima, dovranno essere istituite le linee di navigazione aerea, con un codice internazionale da osservare, sia di giorno come di notte; così pure sarà delimitata la zona territoriale dell'atmosfera, al disopra della quale vi sarà la più assoluta libertà di traslazione aerea, come per l'oceano; ed il diritto di atterrare non potrà esser conteso ad alcuno ed in nessun luogo.

Della maggiore libertà che viene all'uomo dall'uso dell'aeroplano non mancheranno pur troppo coloro che ne abuseranno, ma non sarà questo inconveniente nè un arresto al suo crescente impiego nè una difficoltà da non potervi porre riparo facilmente.

Infine assai più dell'automobile, l'aeroplano avrà una notevole influenza nell'arte della guerra.

Nelle moderne armate, condizione principale d'un generale in capo è di poter sapere e vedere nel minor tempo possibile da un capo all'altro del campo d'azione, di essere posto al corrente del movimento del nemico e delle sue truppe, d'assicurarsi della esecuzione degli ordini impartiti.

I dirigibili eserciteranno sempre una azione importante in questo campo, ma è all'aeroplano, meno ingombrante, più agile, velocissimo, pronto ad essere posto in moto, che sono riservati gli audaci colpi, le sorprese, la vigilanza più attiva.

Perfezionamenti e progresso nell'avvenire. — Come è già stato rilevato, il mirabile slancio moderno verso l'aviazione non può nè deve condurre al tipo ideale d'aeroplano, bensì perfezionare, rendere pratici, più sicuri, rapidi ed economici per costo

Digitized by Google

ed esercizio, i vari tipi in lotta tra di loro; e le parti essenziali sottoposte a tanto fervore di studio e di esperienze pratiche, sono il motore, l'elica, le superfici di sostegno.

Oggi siamo giunti a meno di 1 Cg. per HP pel motore senza accessori, ma occorre approfondire gli studi per diminuire gli organi delicati ed avere motori potenti di sicuro funzionamento per molto tempo ed a consumo minimo.

I motori a cilindri multipli, rispondono bene per l'azionamento dell'elica, non necessitano di grandi volani, possono equilibrarsi perfettamente; il loro peso è suscettibile d'essere ridotto al minimo possibile, ma richiedono molto carico di scorta pel combustibile, e per questa ragione conviene convergere gli studi alla ricerca di combustibili d'un altissimo potere calorifico.

Vi sono anche già studi avviati sulla ricerca di mezzi e di processi per trasformare più efficacemente l'energia in lavoro motore, ma può affermarsi, dopo le prove di Reims, che il motore a scoppio si adatta benissimo all'aeroplano, anche senza essere di una eccessiva leggerezza o velocissimo, purchè, in cambio, sia di funzionamento continuo sicuro.

Riguardo all'elica gli studi sono ben lungi dall'avere stabilito una teoria assoluta e, come per la marina, conviene attenersi all'analisi sperimentale, compilando dei quadri coi risultati delle prove eseguite. Intanto i pareri sono discordi tra l'uso di piccole eliche a grande velocità e quelle di grandi dimensioni a velocità ridotta; sembra tuttavia che due eliche di grandi dimensioni, a mediocre velocità, non oltre i 500 giri al minuto e non calettate direttamente sull'asse motore, rispondano meglio allo scopo anche nei riguardi della stabilità.

Le superfici di sostegno debbono essere curate in modo speciale tenendo presente il modello inimitabile delle ali d'uccello. Farman per una lunga esperienza di pilota ha affermato che è preferibile una forma fusiforme pesante, ad una forma leggera di difficile avanzamento, e sotto questo riguardo l'aeroplano dovrà essere provvisto di prora come le navi.

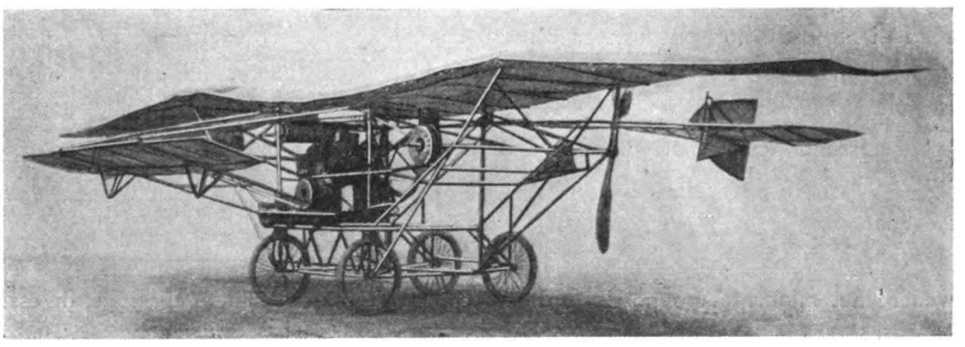


Fig. 41 — Carrello di slancio dell'aeroplano Seux.

Per quanto concerne la stabilità, il problema è della importanza maggiore, essendo stato, dallo sviluppo dell'industria, risoluto quello del motore leggero.

Il Soreau si mostra convinto che il giroscopio darebbe all'aeroplano la voluta stabilità, e teoricamente si può convenire col valente ingegnere, ma la pratica applicazione ci lascia assai dubbiosi; certo alla stabilità ottenuta, come nel tipo Wright, dallo stesso pilota, è preferibile, quando non si tratti di *sport,* la stabilità ottenuta automaticamente,

Digitized by Google

poichè sopra ogni altra considerazione deve prevalere la sicurezza personale dell'aviatore, resa assai problematica quando egli è costretto ad una tensione di spirito eccessiva, ad esser sempre nella pienezza dei suoi mezzi, nella assoluta e costante padronanza di sè.

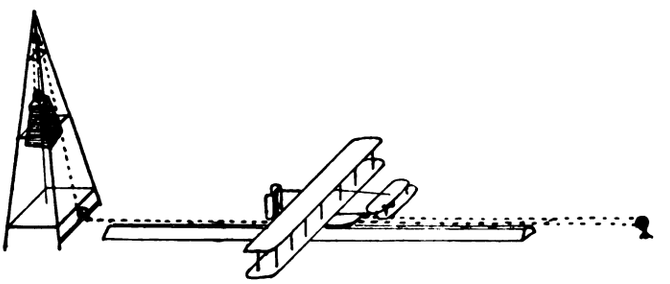


Fig. 42 — Pilone di slancio per l'aeroplano Wright.

Altro perfezionamento che l'aeroplano attende è nella spinta iniziale, divisa oggi tra la scuola francese, che la ottiene a braccia d'uomo, su terreno adatto, con un carrello a ruote (fig. 41), su cui riposa l'aeroplano, formante un tutto con esso, e la scuola americana che si serve del pilone e rotaia relativa, su cui slitta, senza ruote, l'aeroplano, lanciato a grande velocità da un peso lasciato cadere come indica la fig. 42. Tale sistema appare poco razionale e meno pratico.

Digitized by Google

Il Dirigibile

Generalità. — Un dirigibile è un aerostato capace di sostenersi nell'aria, provvisto dei mezzi di propulsione e di direzione, che lo rendono atto a muoversi nell'oceano aereo che circonda il nostro globo, come i sottomarini ed i sommergibili negli oceani marini. Ma l'analogia tra questi e il dirigibile è soltanto apparente e superficiale, data sopratutto l'enorme differenza dei mezzi, l'uno inadatto alla vita dell'uomo, l'altro invece indispensabile alla sua esistenza; uno facilmente adatto a sostenere carene, involucri, apparecchi pesanti, l'altro al contrario tenuissimo e inadatto.

Mentre gli aeroplani, più pesanti dell'aria, si sostengono con mezzi dinamici, ed il loro studio è pertinente all'aerodinamica, gli aerostati invece sono sostenuti con mezzi statici ed il loro studio costituisce appunto l'aerostatica. Per il noto principio antichissimo che un corpo immerso in un fluido, perde del suo peso, o ciò che è lo stesso, riceve una spinta opposta alla direzione della gravità, cioè dal basso in alto, uguale al peso del fluido spostato, ne consegue che se un corpo è più leggero della quantità di fluido spostato, esso è sollecitato a sollevarsi come il rame immerso nel mercurio, il legno nell'acqua, il fumo nell'aria.

Come è già stato ricordato nel cenno storico, un'idea sorta per realizzare un aerostato è stata quella di produrre il vuoto in un recipiente metallico, di così sottile spessore e di tale grande capacità da realizzare la forza ascensionale sufficiente, ma sarebbe facile dimostrare l'assurdo di tale idea per l'insufficiente resistenza allo schiacciamento, che avrebbero le pareti, per effetto della pressione atmosferica.

Il pallone a gas, che può definirsi una massa di gas leggero racchiusa in un inviluppo impermeabile che lo separa dall'aria ambiente, è l'apparecchio che ha risoluto il problema, come abbiamo visto. Le due parti essenziali che lo costituiscono sono il pallone e la navicella; questa è collegata a quello per mezzo di corde di sospensione, attaccate alla camicia od alla rete che lo avvolgono per una uniforme ripartizione del carico; le parti accessorie più importanti sono un tubo d'appendice per il gonfiamento, posto inferiormente, ed una valvola superiore per l'evacuazione del gas.

Nei dirigibili sono organi principali quelli di propulsione e di direzione, e la loro forma è quella allungata come la più adatta a vincere la resistenza dell'aria nell'avanzamento, simile a quella dei pesci, che debbono vincere la resistenza dell'acqua.

Elementi teorici. — La forza ascensionale è data dalla differenza di peso del gas con quello dell'aria spostata, ed è quindi una quantità ben determinata e costante, ma ordinariamente si dà il nome di forza ascensionale alla differenza tra la vera forza ascensionale e il peso di tutti gli elementi solidi dell'aerostato, quali l'involucro, la navicella,

Digitized by Google

il macchinario, i piloti e la zavorra. Di guisa che immaginando un aerostato in perfetto equilibrio, con 200 Cg. di zavorra, si dirà erroneamente ch'esso dispone di una forza ascensionale di 200 Cg. anzichè dire, come logicamente osserva l'Espitallier, che esso possiede una forza di rottura momentanea d'equilibrio di 200 Cg.

Nell'interno d'un aerostato, qualunque ne sia la forma, la pressione del gas varia coll'altezza a seconda della natura del gas: coll'idrogeno aumenta di 650 gr. ogni metro e col gas illuminante di circa 1 Cg.

Come abbiamo visto per gli aeroplani, si è cercato anche per i corpi di rivoluzione costituenti l'involucro degli aerostati, la resistenza all'avanzamento, che il Renard ha trovato rappresentato dalla formula

$$R = 0.0256\ D^2\ V^2$$

in funzione del maggior diametro, ed

$$R = 0.0326\ S\ V^2$$

in funzione della superficie del maggior cerchio.

Comparando questo coefficiente con quello d'un piano della medesima superficie si è ottenuto il *coefficiente di riduzione* relativo alla forma considerata, il cui valore giustifica quella oggidì prevalente nei palloni allungati. Questa forma passata, come abbiamo visto, per tutte le fasi dell'elissoide allungato, del cilindro terminato da calotte sferiche o anteriormente da un cono, si è ormai affermata in quella del corpo dei pesci e degli uccelli, cioè colla maggior sezione sul davanti nel senso della direzione.

L'allungamento più conveniente, sia per riguardo all'attrito radente della superficie coll'aria, come per l'inconveniente della diminuzione di forza ascensionale rispetto alla superficie totale, nonchè alla necessità del maggior numero delle sospensioni della navicella ed all'aumento del beccheggio, è stato riconosciuto quello compreso tra i rapporti 1 a 3 ed 1 a 7 del maggior diametro all'asse longitudinale.

Per la dissimetria trasversale, resa necessaria da importanti ragioni di stabilità e di facilità all'avanzamento, si ritiene la più conveniente quella nella quale il maggior diametro trovasi sul davanti ad 1/4 dell'asse.

Stabilità. Palloncino compensatore. — Un aerostato navigante nell'aria è un corpo in equilibrio instabile, obbligato a cercar lo stato d'equilibrio per mezzo della valvola d'uscita del gas e della zavorra; e perciò è una condizione essenziale di studio la ricerca della stabilità. Nei dirigibili sopratutto, nei quali l'instabilità provoca generalmente dei movimenti pendolari, data la loro forma allungata, a pesce, la stabilità longitunale è subito turbata dalla minima deformazione che subisce l'involucro, poichè il gas sbalza continuamente da una parte all'altra, senza dire che essi sono anche soggetti ai movimenti vibratori particolari a tutte le macchine in movimento.

La instabilità longitudinale dà luogo al *beccheggio,* quella trasversale al *rullio.*

Per ovviare alla instabilità generale dovuta alla pioggia, alla neve ed alla differenza di temperatura del gas rispetto all'aria esterna si è ricorso a ricoprire il pallone d'una camicia liscia ed a spalmarla di vernice bianca o metallizzata coll'alluminio.

Per ottenere la indeformabilità dell'involucro, senza di che a nulla varrebbe lo studio così importante e complesso del profilo più conveniente, vi sono due mezzi; l'armatura rigida e il palloncino compensatore *(ballonet).*

Digitized by Google

L'armatura metallica, rigida, ha dato finora risultati poco soddisfacenti e sembra condannata da considerazioni che si presentano facili alla mente, ma che non pertanto meritano il più profondo esame; infatti il primo beneficio perduto è la leggerezza; il secondo la elasticità, resa necessaria dalle continue variazioni di dilatazione del gas e dell'aria. L'esiguo numero di apparecchi finora costruiti e le esperienze insufficienti non ci autorizzano a respingere un sistema attorno a cui si è formato una scuola: la scuola tedesca, dalla cui pertinacia, dal cui studio indefesso, instancabile c'è invece da attendersi l'ambita soluzione del problema, il quale tende, è bene ricordarlo, alla realizzazione della grande nave aerea, del transatlantico dell'aria, senza passare per intermedi più semplici e più agili.

Il *palloncino compensatore d'aria* risolve ottimamente la questione della indeformabilità nei palloni semirigidi. Quando un aerostato si solleva tende ad aumentare l'eccesso della pressione del gas sulla pressione atmosferica e la forma del pallone rimane invariata: contro i limiti di resistenza provvede una valvola o il tubo d'appendice; quando discende, l'aumento della pressione dell'aria rispetto a quella del gas fa contrarre il pallone nella parte inferiore, e pari effetto si ha coll'azione del vento e della velocità di avanzamento. Da ciò l'idea di introdurre dell'aria nell'interno a riempire il vuoto e distendere la superficie floscia, ma non potendosi mescolarla col gas, occorreva l'aggiunta di un serbatoio separato, cioè di un palloncino compensatore.

Fu il Meusnier, come abbiamo già detto, ad averne per primo l'idea, onde aver sempre l'equilibrio longitudinale senza bisogno di sollevarsi durante l'avanzamento. Dupuy de Lôme, col concetto del Meusnier, divise il pallone in due scompartimenti uno superiore all'altro, per mezzo di un diaframma che si adattava esattamente alla parte inferiore dell'aerostato, quando era completamente gonfiato di gas.

In seguito, le disposizioni adottate si moltiplicarono: si usò la forma di sfera applicandola nel mezzo, o la forma ovoide applicandola alle due estremità, ecc.

Ma occorre altresì provvedere al movimento ondulatorio che si forma nella massa gazzosa, durante l'avanzamento, per mezzo del frazionamento della stessa, ciò che è stato realizzato dallo Zeppelin per mezzo dei numerosi palloni nei quali è suddiviso l'idrogeno, da altri disponendo nell'interno dei diaframmi permeabili al gas, e da altri ancora frazionando l'aria nel compensatore.

La forma allungata, se giova a diminuire la resistenza alla traslazione, aumenta la instabilità longitudinale, ciò che si manifesta colla tendenza del dirigibile ad assumere la direzione verticale secondo il suo asse; tale tendenza si ostacola col dare all'aerostato la forma dissimetrica, più sfuggevole posteriormente, e portando innanzi il maggior diametro, la *sezione maestra* delle navi.

Finalmente ad aumentare la stabilità longitudinale giova l'assicurare la maggiore rigidità tra la navicella ed il pallone.

Per arrestare od attenuare il *beccheggio* vari mezzi si sono impiegati: lo Zeppelin facendo scorrere un peso di 150 Cg. sopra carrello a ruote sul piano sottostante al dirigibile; il Santos-Dumont usando un pesante *guide-rope,* di cui diremo in appresso; l'Hervé rendendo possibile lo spostamento dell'asse dell'elice per modo che questo potesse servire ad un tempo come mezzo di propulsione e di sostentamento. Anche i piani orizzontali di sostegno possono essere utilmente impiegati a questo scopo inclinandoli in modo opportuno, al vento.

Digitized by Google

Il deviamento del dirigibile dovuto all'azione della potenza propulsiva è anch'esso una causa d'instabilità e vi si ripara dando al pallone una inclinazione uguale e contraria a quella che esso forma coll'asse motore, alla sua velocità normale. Indicando con *d* la distanza tra il centro di gravità del sistema ed il punto d'applicazione della forza ascensionale, e con P il peso totale del dirigibile, il prodotto P *d* chiamasi *momento stabilizzatore* e costituisce una importante caratteristica dell'apparecchio.

Il *rullio*, dovuto alla instabilità laterale, non si manifesta che eccezionalmente per colpi di vento trasversali, essendo trascurabile quello dovuto al funzionamento del motore, per la sua velocità angolare.

Vi si provvede col rendere il dirigibile dissimetrico rispetto al piano equatoriale, come nel Lebaudy, la cui parte inferiore è costituita da un piano, intersecante la superficie di rivoluzione che determina il profilo longitudinale, oppure con dei piani sostenitori i quali possono contemporaneamente conseguire altri scopi.

Durante l'avanzamento, un'altra causa di instabilità può manifestarsi, producendo delle oscillazioni attorno all'asse verticale del dirigibile, le quali si risolvono in una traiettoria serpeggiante. Ne possono essere causa le pulsazioni d'un vento forte e l'inerzia del gas per effetto del timone.

Tendono a correggere questa instabilità la forma allungata e dissimetrica del dirigibile e l'elica posteriore; vi concorre potentemente la chiglia.

Per assicurare questa stabilità di percorso, quando non si debba rimanere a grandi altezze, può servire anche la *guide-rope*, ossia una corda lunga e pesante, immaginata dal Green, per alleggerire il pallone durante le discese, del tratto di canapo che si posa, man mano, sul terreno.

L'attrito notevole che subisce la corda, rallenta è vero, la velocità, ma può essere un ottimo mezzo per prolungare un viaggio, non avendo più zavorra, come è occorso a molti aeronauti.

Involucro. Navicella. Accessori. — I dirigibili, salvo quanto sarà detto in seguito, si dividono in due grandi classi: rigidi e semirigidi. I primi hanno un'armatura di una delle tante leghe di alluminio, le quali al vantaggio della leggerezza uniscono quello di una grande resistenza alla rottura; infatti col peso specifico di $2\frac{1}{2}$ circa presentano una resistenza alla rottura da 30 a 45 Cg. per mm²: l'alluminio al cromo offre la resistenza di 45 Cg., l'alluminio al nichelio 40 Cg., il magnolia (nichelio, zinco e alluminio) da 30 a 40 Cg. I secondi, cioè i semirigidi, sono formati del solo involucro di stoffa.

Come è già stato osservato, il peso dei palloni ad armatura metallica ha fatto fallire molti tentativi e la questione, benchè assai controversa, non può dirsi ancora risoluta negativamente; tuttavia è d'uopo riconoscere che i semirigidi sono quelli che allo stato attuale dell'aeronautica meglio soddisfano alle condizioni che una lunga pratica ha oggidì stabilito. Devesi infatti riconoscere che l'armatura si deforma facilmente sotto deboli pressioni e che in tali dirigibili è più difficile il gonfiamento, pericoloso il prender terra.

L'involucro elastico perchè non si deformi all'azione del gas, deve avere una tale forma da non permettere alcun aumento di volume senza una estensione della sua superficie. Così mentre è evidente l'impossibilità di costruire un pallone a forma di cubo, la

Digitized by Google

sfera che comprende il maggior volume colla minor superficie, è invece la forma più indeformabile di qualsiasi altra.

Anche le superfici di rivoluzioni allungate sono indeformabili e la tensione in senso trasversale è maggiore di quella in senso longitudinale.

Queste superfici non si possono sviluppare in piano e debbono ricavarsi dalle stoffe in striscie lunghe e strette, tali da non dare errore sensibile, nel loro insieme. Il taglio può essere fatto per fusi o per riquadri, come è dato vedere nelle figure dei principali dirigibili sopra descritti.

I coni agli estremi possono essere fatti servendosi di una curva qualsiasi per meridiano, purchè abbia una tangente orizzontale nel punto d'attacco col corpo del dirigibile.

L'involucro può essere ricoperto d'una rete o d'una camicia per l'attacco della navicella, onde il peso sia ripartito su tutta la lunghezza del pallone.

La rete presenta una grande resistenza all'aria pei nodi, i cordoni ed i rigonfiamenti che produce sull'involucro; più adatta è la camicia di seta o d'un'altra stoffa più leggera che sia possibile. Oggidì per diminuzione di peso, l'involucro e la camicia, nelle moderne costruzioni, si fondono in una unica stoffa, della necessaria resistenza, alla quale sia possibile attaccare direttamente la navicella per mezzo di striscie di stoffa.

Oltre alla ripartizione del carico e degli sforzi alla traslazione, occorre che le sospensioni lavorino tutte nel medesimo tempo e colla stessa intensità, in modo da avere un sistema rigido, e il metodo più semplice e razionale fu, come è noto, per la prima volta posto in evidenza dal Dupuy de Lôme, avendolo già immaginato il Meusnier: quello della sospensione funicolare rigida a triangolo.

Pei dirigibili molto allungati, pur mantenendo il sistema, si debbono adottare espedienti adatti per una opportuna ripartizione dei pesi. Nel *Lebaudy* vi sono numerose sospensioni incrociate e libere formate di aggruppamenti di fili d'acciaio; nella *France* vi erano due di tali aggruppamenti.

La navicella deve avere una forma allungata simile al pallone, con rivestimento metallico; l'intelaiatura è preferibilmente fatta con ferri a squadra pel piano e con tubi pei montanti.

La sua lunghezza è stata argomento non breve nè facile di studio e tra le navicelle lunghissime e quelle quasi insufficienti al bisogno, si è scelto un tipo medio, adatto ai motori a scoppio, poco ingombranti, sufficiente a contenere tutto il necessario, che presenti ogni comodità ai piloti per la manovra dei meccanismi di propulsione e di direzione, disponendo fuori della navicella il serbatoio della benzina.

L'asse motore deve essere disposto, per ragioni di stabilità, tra la navicella ed il pallone.

Il timone per la direzione orizzontale è posto dietro il dirigibile, al disopra della navicella, ed è costituito da un piano, girevole attorno ad uno dei lati maggiori, ad una costola, disposta normalmente alla direzione. Per la rigidità necessaria, il piano è formato di due stoffe parallele, a breve distanza fra loro.

Gli accessori più importanti sono le valvole per l'uscita dell'aria dal palloncino compensatore e dell'idrogeno dal pallone, i tubi d'appendice per il gonfiamento, i quali più delle valvole costituiscono dei veri apparecchi di sicurezza, data la necessità che in una rapida ed improvvisa ascesa, l'idrogeno trovi una via d'uscita sufficiente ad impedire la scoppio dell'involucro. La lunghezza del tubo d'appendice per l'idrogeno, si tiene 4 volte il diametro.

Digitized by Google

Elementi costruttivi. — La stoffa dell'involucro deve essere solida, ma leggera e impermeabile. La sostanza più rispondente è senza dubbio la pergamena, ma la facilità ad alterarsi per la sua natura organica e l'elevato costo la rendono poco conveniente pei moderni grandi dirigibili.

Il tessuto più comune destinato a formare l'involucro, a maglie quadrate, deve presentare la stessa resistenza nei 2 sensi, non dev'essere imbiancato e può essere fatto col cotone, colla seta ed anche col lino; il peso varia da 50 gr. il m² a 170 gr., dalla seta europea al cotone, senza vernice, e da 125 gr. a 400 gr. colla vernice; la resistenza comune è di 1000 Cg. per metro corrente.

Per rendere la stoffa impermeabile il mezzo più semplice ed antico è di verniciarla da una parte, ma la vernice deve essere elastica e non attaccare il tessuto, e nondimeno anche le migliori vernici, per l'ossidazione lenta dei loro componenti e pel relativo riscaldamento, finiscono per far diminuire alla stoffa la sua originaria resistenza. È da preferirsi la verniciatura data dall'interno per una migliore aderenza, dovuta alla pressione del gas.

Da noi, dopo varie mani di vernice date dalle due parti della stoffa che è di seta, come la migliore, si ricopre il pallone con polvere d'alluminio data col piumaccio, che preserva il gas da un eccessivo riscaldamento per effetto di rifrazione.

Un tipo di stoffa da usarsi senza vernice, che sembra ormai divenuto tipico per l'involucro, e usato in quasi tutti i moderni dirigibili, è quella costituita di 2 tessuti con l'interposizione di uno strato sottilissimo di caucciù; il peso risulta inferiore a 300 gr. al m² e la resistenza di circa 1500 Cg. al metro lineare.

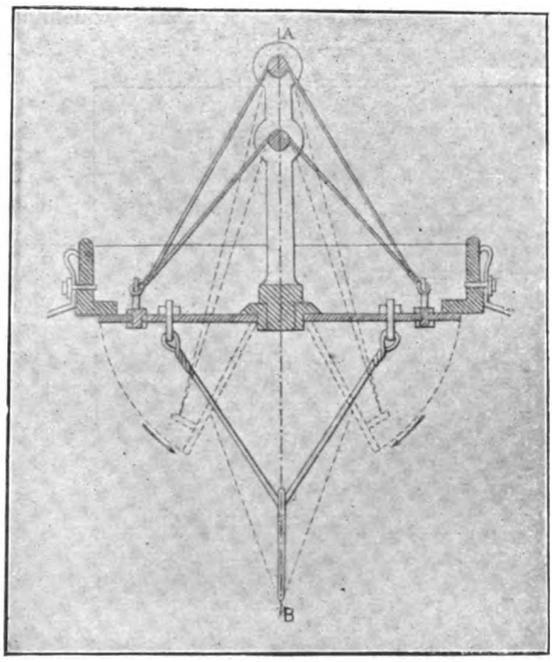


Fig. 43 — Valvola di sicurezza comune.

Le valvole sono di vari tipi: la primitiva, semplicemente costituita da un anello circolare di legno con una traversa fissa, sulla quale due mezzi dischi si muovono a cerniera dal basso in alto, è stata sostituita da altre più sicure e più perfette, ma è tuttora assai usata (fig. 43).

In quella, la chiusura era ottenuta da corde di caucciù accavallate e stirate al disopra della traversa fissa e fermate alla periferia dei mezzi dischi, e l'apertura si otteneva dalla navicella con una cordicella che traversava il pallone e terminava in due capi, fissati a ciascun mezzo disco.

In seguito, al caucciù furono sostituite delle molle metalliche per evitare l'inconveniente dovuto al riscaldamento; per aumentare l'ermeticità si aggiunse un anello di caucciù all'ingiro per combaciamento; per non incorrere in un'apertura troppo grande da passare il campo d'azione delle molle, si sostituì ai mezzi dischi un solo disco e come nel tipo Sigsfeld (fig. 44) si applicarono delle molle alla circonferenza.

Digitized by Google

Vi sono poi altre valvole meno usate, ma assai ingegnose, a comando con cordicella e pneumatico, per mezzo d'un tubo di caucciù, terminato da una sfera a portata di mano del pilota. Il grado d'apertura è dato da un segnalatore elettrico.

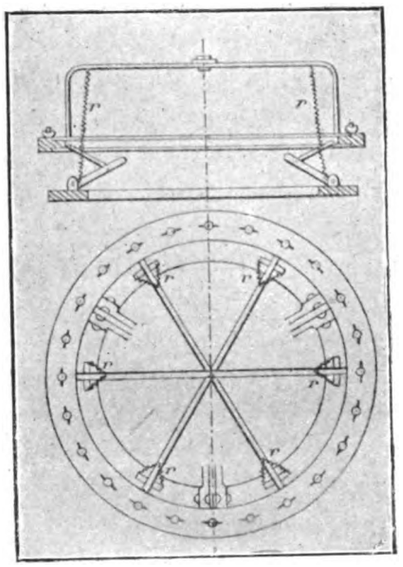
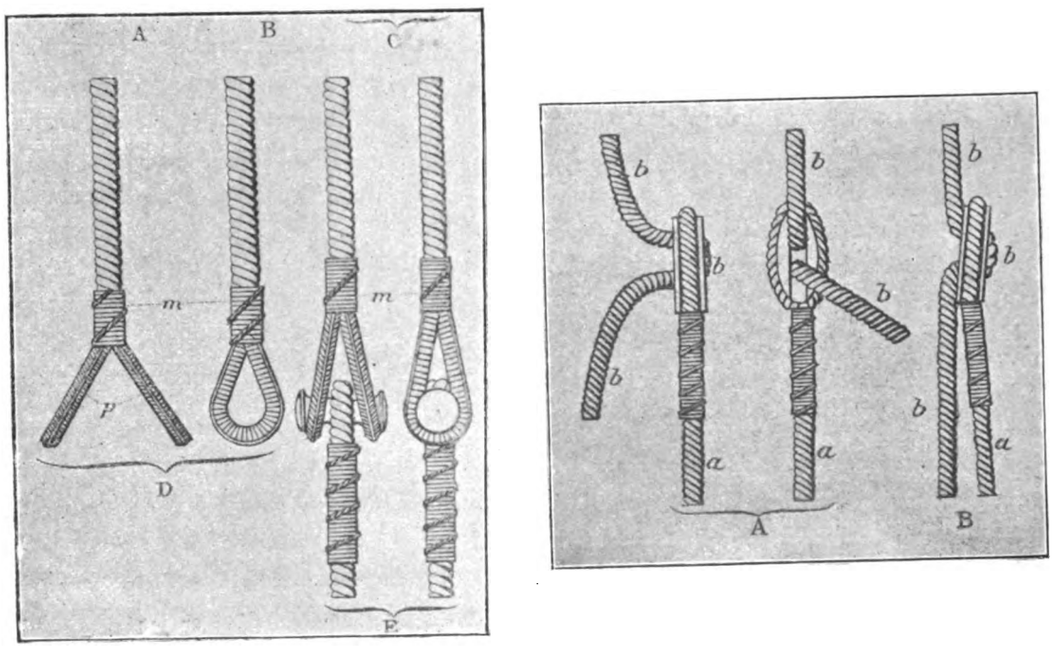


Fig. 44 — Valvola di sicurezza Sigsfeld.

Alcuni costruttori usano di chiudere con una valvola registrata a molla sotto la pressione di 20 a 30 mm. d'acqua, anche il foro del tubo d'appendice, anzichè tenere questo tubo di maggiore lunghezza e totalmente aperto. Il metodo richiede, com'è evidente, maggior sorveglianza.

Le corde usate per le reti, le sospensioni e gli ormeggi, sono di cotone, di canapa, di seta e di acciaio; queste ultime sono sempre più impiegate e specialmente usate per le parti non a contatto dell'involucro.

La unione delle corde tra loro e la relativa tensione si ottiene nei modi semplici ed antichi indicati dalle figg. 45 e 46; soltanto alle barrette ed agli anelli di legno si sono ora sostituiti quelli metallici.



Figg. 45 e 46 — Sistemi di attacco delle corde.

In un caso e nell'altro è assai facile comprendere i sistemi usati A, B e C per l'unione delle corde *a* e *b*, per le legature *m*, per la posa della barretta allontanando gli occhi di un angolo P, ecc.

Digitized by Google

La fig. 47 mostra i due tipi di àncore più usati.

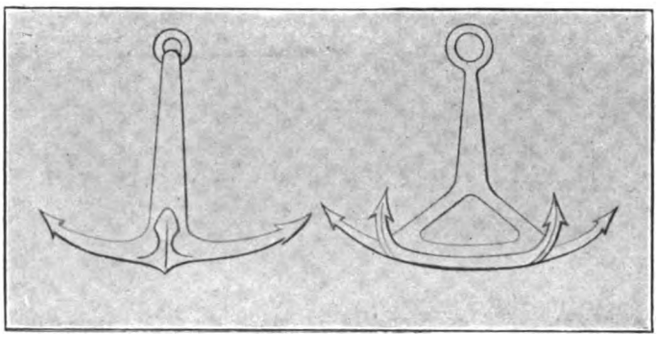


Fig. 47 — Tipi di àncore.

Conclusione. — La velocità intorno a 50 Cm. all'ora che si ottiene finora coi dirigibili, in confronto coi 100 Cm. dei treni diretti e il costo d'un pallone, ad es., di 2 o 3000 m^3, non incoraggia certamente a ritenere che il dirigibile possa divenire facilmente un mezzo pratico di trasporto, tuttavia l'impiego alle esplorazioni scientifiche e geografiche, quello sopratutto all'arte della guerra terrestre e navale, nonchè quello non trascurabile, oggidì, per lo *sport*, gli assicurano fin d'ora un immancabile successo industriale. Ma possiamo noi pronunziarci per l'avvenire? No, sicuramente, ove si pensi al cammino che un tale apparecchio deve tuttora fare nella via dei perfezionamenti, delle semplificazioni, della economia di impianto e d'esercizio.

Comunque è un nuovo organo che entra nel numero già grandissimo di quelli che formano la grande macchina dell'attività umana e, come tale, troverà in un avvenire, più o meno prossimo, il suo campo più fecondo d'azione; ora una sola preoccupazione esso deve muovere: quella del suo perfezionamento.

Allo stato attuale della questione il dirigibile può operare liberamente contro un vento di 8 metri al 1″ in un raggio d'azione di circa 200 Cm. e fino ad un'altezza di 2 Cm. circa, con 4 o 5 aeronauti.

Le questioni da risolvere riservate agli studi nell'avvenire, sono le seguenti:

Ricerca della stabilità rispetto ai 3 assi ortogonali col minimo mezzo possibile, tenendo conto dei piani orizzontali, della chiglia, delle dimensioni e della rigidità dei timoni.

Determinazione delle dimensioni, della posizione della navicella e della sua resistenza, avuto presente la sicurezza degli aeronauti, il funzionamento dell'elice, la posizione del motore, la ripartizione del peso, i movimenti del pallone secondo l'asse verticale.

Limiti d'allungamento, di dimensione, forma, posizione, volume del pallone compensatore; applicazioni del ventilatore e relativo motore; natura dell'involucro, delle sospensioni, ecc.

Infine ricerca di quelle velocità critiche che sono funzioni della potenza motrice in rapporto al volume, alla resistenza, all'avanzamento ed alla stabilità del dirigibile.

Digitized by Google

L'Aeroplano Wright

La fama dei fratelli Wright, i celebri aviatori americani, fortunati continuatori dell'opera di Lilienthal, si era sparsa ovunque e fu verso la metà del 1908 che un Comitato appositamente costituitosi riuscì a far conoscere in Francia e quindi in tutta l'Europa il loro aeroplano.

Esso è un biplano, non cellulare, del più semplice ed elementare tipo che sia possibile immaginare, a stabilità meccanica, senza coda e senza chiglia, caratterizzato da due timoni, quello di profondità in avanti e quello di direzione disposto posteriormente. L'intelaiatura è montata sopra due pattini di legno, ricurvi alle estremità, per agevolare lo slancio e l'atterraggio.

La velatura di ciascun piano misura 25 m^2 di superficie; avendo una larghezza di m. 12,50, disposta nella direzione normale all'avanzamento, ed una profondità, nel senso della direzione, di m. 2; la superficie di sostegno totale è quindi di m^2 50.

Come è dato di scorgere nella tavola decomponibile, queste superfici di sostegno sono costituite da numerose nervature leggermente incurvate, come una lunga esperienza ha potuto suggerire, collegate a due longaroni, pure di legno, a sezione quadrata; sono rivestite di tela e all'estremità prendono una forma sagomata, flessibile, soggetta a torsione simultanea *(gauchissement)* per mezzo di fili d'acciaio, ingegnosamente disposti e collegati alla manovella di manovra del timone di direzione.

La distanza tra le superfici è di m. 1,80, mantenuta a mezzo di montanti di legno. Tra la superficie inferiore ed il piano dei pattini intercede una distanza di circa m. 0,50.

La rigidità dei due piani è assicurata da tiranti di filo d'acciaio, incrociati, tesi tra i montanti, nel senso trasversale e longitudinale, e così pure dei fili d'acciaio collegano i pattini, tesi da 4 tenditori, mentre altri 4 tenditori sono applicati ai tiranti che assicurano gli alberi porta-eliche.

Il timone di profondità, disposto parallelamente, alla distanza di m. 3,50, dalle superfici alari o di sostegno, è anch'esso costituito da due superfici a lieve curvatura, della larghezza di m. 0,75 e della maggior lunghezza di m. 4,75. La distanza costante tra queste due superfici è di m. 0,80 e la loro misura complessiva corrisponde ad $^1/_8$ della superficie di velatura principale. La particolarità dell'apparecchio, rivendicata nel brevetto relativo, è la sua possibile incurvatura, passando dalla convessità alla concavità.

Il timone di direzione è collocato posteriormente a m. 2,50 dal biplano ed è costituito anch'esso da due superfici, piane, verticali, poste a m. 0,50 di distanza tra loro, alte m. 1,60, larghe m. 0,60.

Tutte le parti in legno sono di abete americano.

Digitized by Google

Il motore, a scoppio, a 4 cilindri, è della potenza di 25 HP, a 400 giri, pesa 90 Cg. in completo assetto di funzionamento. La corsa degli stantuffi è di 102 mm., il diametro dei cilindri 106 mm.

Il radiatore è a tubi piatti di rame.

L'accensione è ottenuta con un elettro-magnete ad alta tensione.

La lubrificazione ai vari organi è assicurata per mezzo di una pompa.

Il motore è collocato un poco a destra della mediana dell'apparecchio ed in posizione da fare esattamente equilibrio al pilota, il cui sedile è situato a sinistra. Il posto di un passeggiero è esattamente nel piano di simmetria perchè non sia disturbato l'equilibrio.

L'albero motore, per mezzo di due ruote d'ingranaggio, aziona, con una trasmissione a catena, protetta da tubi d'acciaio, due grandi eliche di legno, del diametro di m. 2,60, ruotanti in senso contrario, colla velocità di 400 giri al minuto e quindi con un rapporto delle ruote motrici di 9 a 31.

L'apparecchio pesa, senza pilota, 400 Cg. e se il suo montaggio, smontaggio e trasporto sono facilissimi in qualunque luogo, il lancio invece richiede il cosidetto *pilone* e una rotaia di 21 metri. Un peso di 700 Cg. è fatto salire alla sua corsa massima, al vertice del pilone, il quale è una ordinaria *capra* di 6 metri di altezza, e lasciato cadere da 5 metri di caduta utile. Il peso attaccato, per mezzo di un bozzello, al canapo che trascina l'aeroplano, passando per due puleggie, aiuta l'azione delle eliche e lancia a tutta velocità il carrello sul quale è disposto l'aeroplano, che spinto dalla velocità iniziale prende la direzione datagli dal timone di profondità e la velocità di regime corrispondente alla propulsione delle eliche.

A precisar meglio la manovra di slancio è da aggiungere che, dopo l'insediamento del pilota, vengono poste in moto le eliche, finchè egli riconosca il regolare funzionamento del motore, indi sgancia l'attacco del peso e questo mette in moto l'aeroplano sulle rotaie. Intanto il timone di profondità è mantenuto concavo, verso le rotaie, per impedire la tendenza al sollevamento che andrebbe a scapito della velocità di slancio, e quando l'apparecchio giunge al termine della corsa, con abile manovra, il timone da concavo è ridotto a convesso e l'aeroplano si solleva facilmente.

La manovra è regolata per mezzo di due leve che il pilota stringe una con ciascuna mano.

Quella a sinistra ha un movimento unico, in avanti e indietro, e comanda il timone di profondità in modo molto semplice. La leva è articolata ad un'asta, alla quale è collegato il timone per mezzo di una seconda leva e di due bielle, le quali spostano in avanti o indietro il timone stesso, girevole intorno ad un asse, fissato alla estremità anteriore dei pattini.

La leva di destra, girevole entro un sopporto sferico, può essere simultaneamente spostata a destra ed a sinistra, in avanti e indietro.

Il movimento in avanti e indietro permette la rotazione del timone di direzione attorno a due perni centrali, verticali, in modo da offrire maggiore o minore resistenza trasversale e conservare la medesima direzione, ad onta di sollecitazioni laterali, oppure per obbligare l'aeroplano a seguire la direzione di una componente della sua velocità e poter compiere un viraggio; ed il movimento a destra od a sinistra provoca la torsione delle parti estreme dei piani di sostegno, la quale concorre efficacemente all'azione del

Digitized by Google

timone, mantenendo l'apparecchio in equilibrio durante le sue evoluzioni. Questa torsione è ottenuta per mezzo di un filo d'acciaio continuo, passante in due rotelle, per ciascun piano, collegato alle parti pieghevoli. Un braccio della leva, unito a metà del filo d'acciaio inferiore, tende una parte e allenta l'altra, e simultaneamente, ma in senso inverso produce lo stesso effetto sugli altri piani.

I due movimenti di torsione delle ali e del timone di direzione o si sommano per un'azione più efficace o possono compiersi indipendentemente l'uno dall'altro.

Per prender terra i fratelli Wright, ordinariamente, fermano il motore e slittano raddrizzando il timone di profondità all'ultimo istante per smorzare l'urto col terreno, in modo veramente ammirevole.

I primi apparecchi dei Wright erano assai più complessi e rudimentali, avevano la velatura dei piani di sostegno soggetta a torsione nella parte posteriore, avevano la coda in corrispondenza del piano inferiore, ma con un lungo e sistematico esercizio essi giunsero a semplificare, a ridurre il loro apparecchio alla maggiore semplicità, a renderlo atto ad ogni aviatore, mercè un breve e facile metodo d'insegnamento.

Essi infatti istituirono una Scuola di aviazione, della quale la seconda nazione d'Europa ad avvalersene fu l'Italia coi due ufficiali Calderara e Savoia. Il mezzo escogitato dai Wright per fare degli allievi è semplice ed ingegnoso ad un tempo. L'apparecchio è provvisto di 3 leve, una tra i 2 sedili e le altre da una parte e dall'altra.

Queste ultime sono collegate in modo da avere tutti i movimenti obbligati tra loro.

L'allievo tiene una mano sulla leva intermedia, similmente al pilota, e deve seguirne i movimenti, e l'altra mano sulla leva mossa automaticamente, pel collegamento esistente con quella azionata direttamente dal pilota; in tal modo egli acquista la nozione e l'utilità dei movimenti in modo facile, razionale e progressivo.

Digitized by Google

Il Dirigibile Zeppelin

Fino dal 1890 il conte Zeppelin ha iniziato i suoi studi sul dirigibile che prende il suo nome e colla pertinacia, collo studio indefesso, colla calma tradizionali della sua razza ha già fatto costruire vari grandi apparecchi, coi quali di perfezionamento in perfezionamento è giunto ad un risultato se non definitivo, come oggidì non è possibile conseguire, in alcun apparecchio di aeronautica, certamente assai notevole e lusinghiero, e sopratutto ha posato il principio che il dirigibile rigido non solo non è quell'apparecchio rigettabile a priori per le note e ormai trite ragioni del peso, della facile deformabilità permanente, dei pericoli nel prender terra, ma è invece un apparecchio realizzabile e già in gran parte realizzato; ed oggidì infatti, alla già avvenuta classificazione comune, si è aggiunta quella del Groy, sulla base della loro caratteristica di rigidità, in dirigibili ad armatura rigida (Zeppelin), ad armatura semirigida (Lebaudy), e senza armatura di sorta (Parseval).

Egli si trova oggidì nel campo dell'aerostazione, nella stessa condizione di chi si fosse ostinato nella costruzione di un grande transatlantico, quando ancora le navi di piccola e media portata richiedevano una lunga esperienza di costruzione e di esercizio, che potesse servir di guida per cimentarsi nelle poderose costruzioni che sono ora divenute comuni.

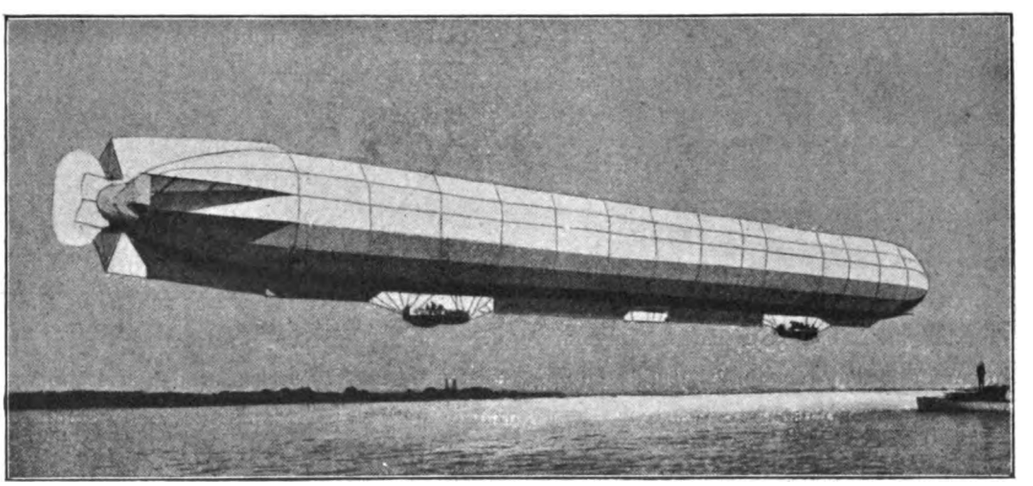


Fig. 48 — Dirigibile Zeppelin IV.

Infatti il dirigibile Zeppelin deve considerarsi un vero e proprio transatlantico aereo per la sua mole, per la potenza motrice, per il concetto informativo della sua costruzione concetto che distingue la scuola tedesca da quella francese anche nelle costruzioni navali.

Digitized by Google

L'*hangar* del grandioso dirigibile fu costruito per galleggiare sull'acqua, e con idea nuova e geniale fu posato sul lago di Costanza; i vantaggi ne sono evidenti: diminuzione dei pericoli negli esperimenti, derivanti dal prender terra su terreni duri e ineguali, orientamento dell'*hangar* nella direzione del vento, evitando i danni della pressione obliqua durante l'uscita del dirigibile. La fig. 48 mostra appunto uno dei dirigibili Zeppelin volteggiante sul lago. Le dimensioni del primo *hangar* che posava sopra un piano di 20 barconi, simile ai ponti che costruisce il genio militare, erano le seguenti: lunghezza m. 124, larghezza m. 23, altezza m. 21; ma col tempo ha dovuto esser notevolmente ingrandito per le dimensioni sempre maggiori date all'apparecchio nei successivi tipi; infatti il n. IV ha le seguenti caratteristiche: lunghezza m. 130, diametro m. 12 e la forza motrice di 240 HP, divisa in 2 motori.

La carcassa metallica si compone di costole longitudinali di alluminio a sezione d'angolo, disposte nel senso dei meridiani e collegate ad una sorta di dischi armati, trasversali, terminati da un poligono alla periferia, con un numero di lati uguale a quello delle costole. La indeformabilità di questi dischi è ottenuta con tenditori di filo d'acciaio, tangenti ad un piccolo cerchio concentrico, i quali danno a questi dischi l'aspetto delle ruote di bicicletta (fig. 49).

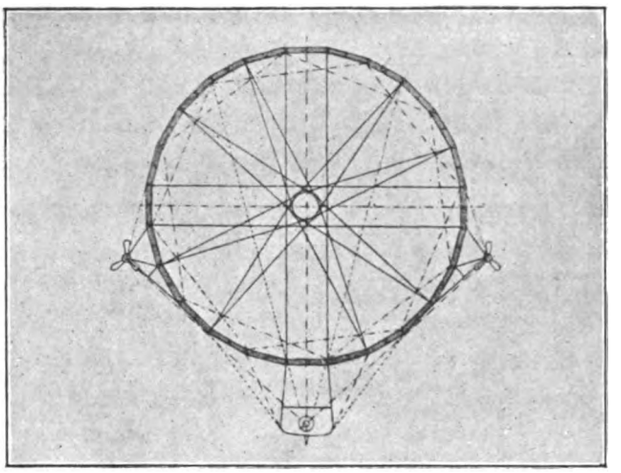


Fig. 49 — Sezioni trasversali del dirigibile Zeppelin.

Il pallone è diviso da questi diaframmi in numerose sezioni, ciascuna delle quali, nel primitivo tipo, era lunga 8 metri nel senso dell'asse, meno quelle in corrispondenza delle navicelle che avevano 4 metri di lunghezza. Le estremità ogivali comprendevano 2 sezioni comuni.

Nei successivi tipi, oltre ad importanti varianti, fu variato anche il numero, la disposizione e le dimensioni di queste sezioni.

Questa carcassa metallica è rivestita d'una rete a piccole maglie che ha il doppio scopo di aggiungere solidità all'insieme e di sostenere la stoffa che forma l'inviluppo del dirigibile (fig. 50). Tale stoffa non è omogenea; la parte superiore, esposta alle intemperie, è di tela impermeabile molto resistente ed in pari tempo perfettamente liscia per non presentare resistenza all'avanzamento; la parte inferiore è di semplice cotone.

Il primo dirigibile Zeppelin richiese 7200 m. di stoffa, del peso medio di 160 gr. per m^2. Il suo volume era di 11.300 m^3.

Ciascuno dei palloni interni aveva una valvola di sicurezza, costituita da una semplice membrana, verniciata al caucciù, che soddisfaceva agli eccessi di pressione, automaticamente; le valvole di manovra erano 5, ripartite egualmente su tutta la lunghezza del dirigibile.

Digitized by Google

Il gonfiamento è fatto contemporaneamente per tutti i palloni mediante altrettanti tubi, ed è una operazione assai lunga e complessa. L'idrogeno è immagazzinato sotto pressione in tubi d'acciaio.

Per attenuare il beccheggio lo Zeppelin adottò un peso mobile di 150 Cg. che poteva spostarsi da una delle navicelle per mezzo di corde, lungo un ponticello formato di ferri a doppio T, che nel primo tipo aveva 50 m. di lunghezza e m. 0,80 di larghezza.

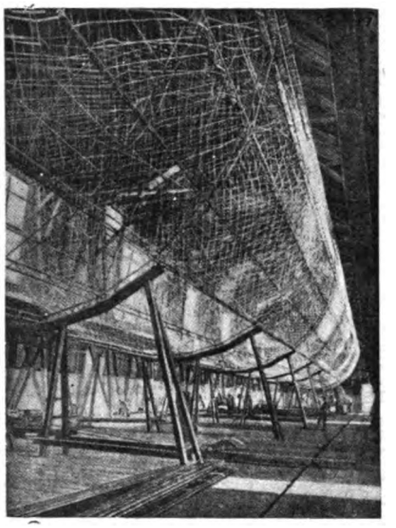


Fig. 50 — Involucro rigido del dirigibile Zeppelin.

I motori, del tipo Daimler, sono impiantati in ciascuna delle navicelle, e nella tavola decomponibile sono chiaramente indicati tutti i particolari di trasmissione del moto alle eliche propulsive.

La forma, le dimensioni, la velocità di queste, benchè oggetto di studi pazienti ed accurati, come d'altronde ogni altra parte del dirigibile, non possono dirsi ancora definitive e non sono mancati incidenti a questo riguardo durante le numerose prove che si stanno continuamente compiendo, coll'uno o l'altro dei tipi già costruiti. Le eliche sono di alluminio, 2 da ciascuna parte, di piccolo diametro e di grande velocità, intorno a 1000 giri al minuto.

Il timone di direzione, a grande superficie, collocato posteriormente, è governato come nelle navi, per mezzo di una ruota. Vi sono altresì le velature di governo e di sostegno, colle quali ultime si ottiene, mercè una lieve inclinazione, l'ascesa e la discesa del dirigibile, a cui contribuiscono evidentemente la zavorra e le valvole di manovra.

Motori leggeri ed Eliche aeree

Motori. — Come tutta la locomozione automobile, così l'aeronautica è intimamente connessa allo sviluppo dei motori leggeri e questi allo studio dell'elica.

Gli otto uomini che dovevano azionare l'elica del dirigibile Dupuy de Lôme, oltre ai necessari ordegni e meccanismi, avevano un peso complessivo di 1254 Cg. e non arrivavano a sviluppare 1 HP di potenza.

Digitized by Google

L'apparato motore a vapore del primo dirigibile Giffard pesava 760 Cg. con una potenza di 3 HP, quello di Renard e Krebs, elettrico, Cg. 792 e 9 HP, quello Lebaudy, a scoppio, Cg. 376 e 40 HP, e giù giù, di perfezionamento in perfezionamento, siamo giunti alle seguenti caratteristiche:

Tipo	HP	N° dei cilindri	Numero dei giri	Peso in Cg.
Renault	45	8	1700	145
Pipe	56	8	1350	131
Gnome	50	7	1200	75
Levasseur	50	8	1600	70
Fiat	50	8	1600	60
Farcot	50	8	1600	55
Antoinette	50	8	1600	50

a cui sono da aggiungere i più recenti e più potenti, quali i Godron da 75 HP, i Green da 80 HP, gli Gnome ed i Farcot da 100 HP, i Miesse da 130 HP, i quali hanno un peso compreso tra 1 Cg. e 500 gr. per HP.

Ma ormai, posta l'industria su questa china, si è oltrepassato il limite necessario, poichè insieme alla leggerezza crescono le difficoltà di costruzione e quella di funzionamento, senza i beneficî diretti corrispondenti; infatti la diminuzione di peso non può essere ormai che di pochi decagrammi per HP, ed il motore dovrebbe essere ben potente perchè l'alleggerimento complessivo potesse bilanciare il peso d'un uomo.

A questo riguardo è opportuno ricordare il motore dell'aeroplano Wright (fig. 51), il quale senza gareggiare in leggerezza con tanti altri, ha nondimeno risposto così bene allo scopo.

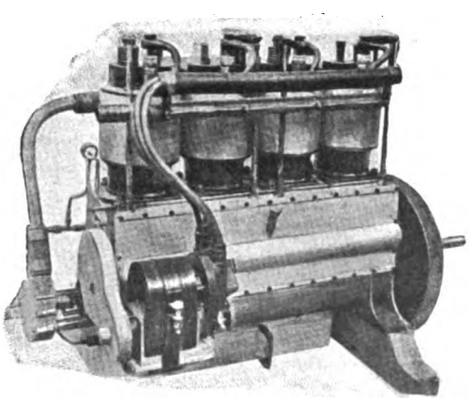


Fig. 51 — Motore dell'aeroplano Wright.

Ma se non sotto questo punto di vista, il perfezionamento dei motori riuscirà, anche dal lato della leggerezza, di grande utilità, sia per la riserva di forza motrice contro gli eventuali arresti di funzionamento, le panne così frequenti e pur tanto terribili e gravi specialmente nell'aviazione, come pure per la manovra automatica di apparecchi di equilibrio e di accessori diversi.

Fino a poco tempo fa non esistevano motori leggeri per l'aeronautica, servendo all'uopo gli ordinari motori per l'automobilismo, già arrivati ad un notevole grado di perfezione; ma lo specialissimo scopo a cui tali motori dovevano essere impiegati ha

Digitized by Google

suggerito ai costruttori dei nuovi tipi, basati sull'aumento del numero dei cilindri, sulla più adatta disposizione di tali cilindri e sul raffreddamento ad aria.

Tali motori hanno richiesto uno studio lungo ed accurato per la scelta dei metalli più adatti ai singoli cimenti, e delle forme più convenienti, per la ricerca dell'equilibrio di tutte le parti in movimento, sopprimendo tutti i pezzi non riconosciuti assolutamente indispensabili.

Tra i materiali hanno trovato larga applicazione gli acciai speciali al nichelio e al cromo, d'una resistenza grandissima, l'alluminio e il bronzo d'alluminio per la loro grande leggerezza e malleabilità.

Il motore elettrico, che risponderebbe a tanti ottimi requisiti di leggerezza, semplicità e uniformità di funzionamento, non è applicabile alle automotrici, a causa del modo di produzione dell'energia: un accumulatore conveniente non esiste neppure per le automotrici di terra e di mare ed è assai problematico quello dell'avvenire per quelle dell'aria.

Una applicazione importantissima e veramente eccezionale fu quella nel primo tipo del dirigibile *La France,* effettuata nel 1880 e resa possibile dopo numerose ricerche sopra un tipo leggerissimo di pila e di motore, riuscendosi ad avere un peso di Cg. $11\frac{1}{2}$ per HP pel motore e Cg. 44 per HP pel generatore d'energia e per una piccola potenza.

Il motore a vapore applicato all'aeronautica fece la sua prima apparizione nel 1851 col dirigibile del Giffard, con un peso, insieme al generatore, di oltre 50 Cg. per HP., e nel 1870 sull'aeroplano Maxim con un peso eccezionalmente piccolo, per quell'epoca, di Cg. 14 per HP, il quale però risultò insufficiente al sollevamento del colossale apparecchio a cui era stato destinato.

Da allora il progresso dei motori a vapore è stato continuo, rapido, prodigioso, attivato in modo febbrile dalla lotta industriale contro tutte le nuove forme di energia motrice, che l'uomo escogita e sottopone a proprio beneficio. Nei generatori presero notevole sviluppo i tipi a rapida produzione di vapore e si generalizzò l'impiego del vapore surriscaldato; negli apparecchi motori, al classico tipo a cilindri si aggiunse e si diffuse rapidamente il tipo a turbina, il moderno turbo-motore; ma tutti questi beneficî si accentuarono in modo speciale per le grandi potenze di migliaia e migliaia di HP. Fa eccezione il tipo Serpollet, applicato, com'è noto, anche nell'automobilismo, con motori a 4 cilindri, il quale ha la sua speciale caratteristica nel generatore, destinato a produrre soltanto vapore surriscaldato, senza caldaia.

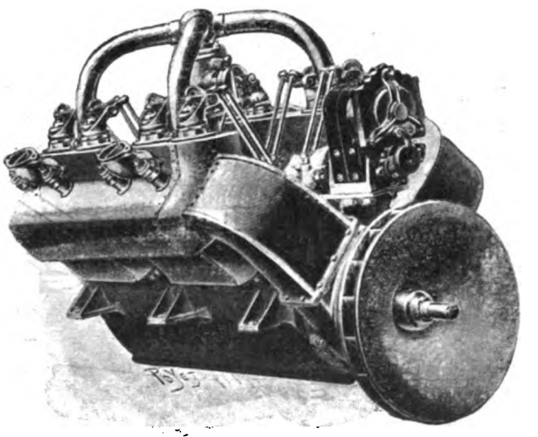


Fig. 52 — Motore Pipe.

Ma contro l'impiego degli impianti a vapore nell'aeronautica v'è pur troppo il peso sempre notevole, dei combustibili e dell'acqua, mentre da un altro lato sorgeva il motore

Digitized by Google

a gas, il quale pel rapido processo evolutivo che caratterizza oggidì le applicazioni industriali, giunse ai motori leggeri per l'automobilismo che tanto meraviglioso incremento dettero a questo nuovo mezzo di locomozione, e finalmente, come abbiamo detto sopra, agli attuali motori per l'aeronautica.

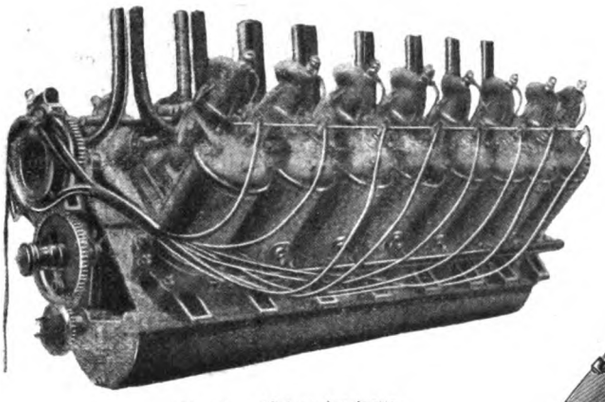


Fig. 53 — Motore Antoinette.

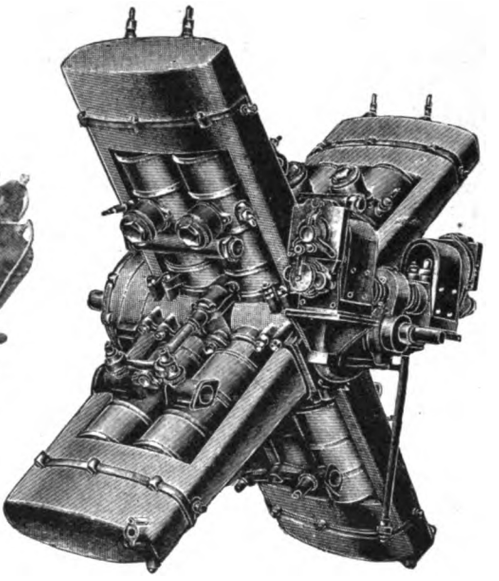
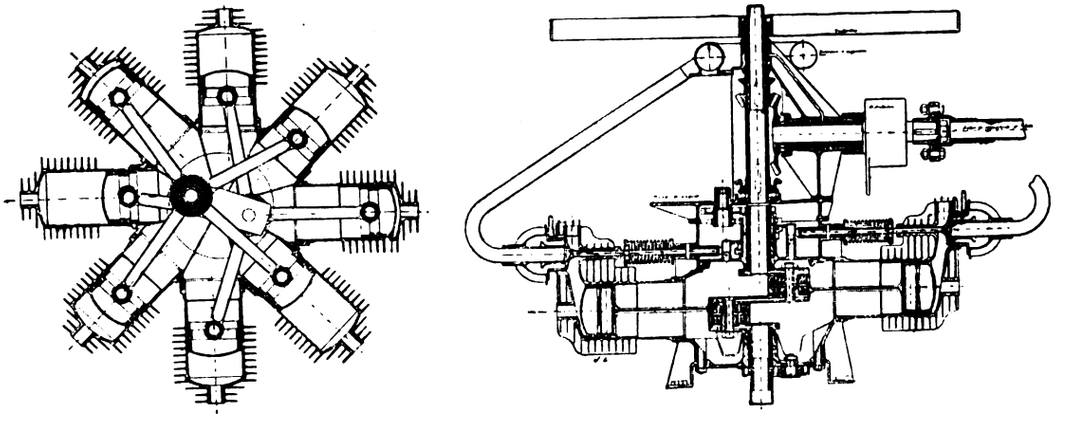


Fig. 54 — Motore Gabron-Brillé.

In questi motori, oltre all'adozione, come abbiamo visto, di forme adatte ed all'impiego di nuovi metalli, si sono aumentati, con criterio razionale, i cilindri motori, in modo da poter sopprimere il volano senza perdita di uniformità di movimento, e dando ad essi la disposizione, lungo l'asse motore, a V motore Pipe (fig. 52) e motore



Figg. 55-56 — Motore Farcot.

Antoinette (fig. 53), ad X motore Gabron-Brillé (fig. 54) od anche a stella, come il tipo Farcot, formato di 2 gruppi di cilindri motori agenti uno sopra una manovella ed uno sull'altra (fig. 55-56).

Digitized by Google

Altro tipo assai ingegnoso è quello Gnome (fig. 57), nel quale è invertito il moto delle parti degli ordinari motori; l'albero centrale è fisso, e ruotano i cilindri attorno, fissati direttamente all'elica per mezzo di una corona.

Le nervature esterne dei cilindri producono il raffreddamento col rapido contatto dell'aria.

Non sarebbe possibile immaginare disposizione più felice per ridurre al minimo il dispendio della trasformazione del moto alternato degli stantuffi in moto circolare per eliminare ogni pezzo non rigorosamente indispensabile; si tratta ora di utilizzare l'economia di peso nella maggior robustezza, durata d'impiego e sicurezza di funzionamento.

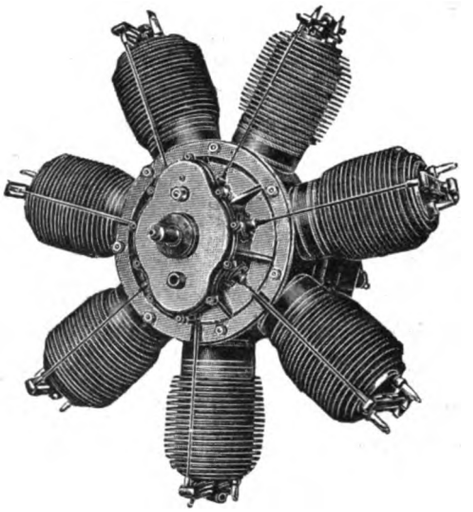


Fig. 57 — Motore Gnome.

Per ciò che concerne la migliore utilizzazione dei combustibili e l'impiego di nuovi mezzi ed agenti termici, gli studi relativi sono troppo incerti e primordiali per farne qui menzione, ma non v'ha dubbio che l'avvenire ci riserba, anche in questo campo fecondo, delle nuove ed importanti applicazioni che potranno dare all'aeronautica un nuovo ed imprevedibile indirizzo. L'uso degli esplosivi, i motori a reazione, sono tuttora allo stato di semplice e nebulosa concezione.

Eliche. — Dalle vele applicate ai primi aerostati, nella fallace speranza d'utilizzare l'azione dei venti, senza riflettere che manca nell'aria quel punto d'appoggio che l'acqua oppone alle navi che affidano alle vele il mezzo di propulsione; alle palette mosse a braccia d'uomo, siamo giunti all'elica, detta dal Nadar, con frase storica, la santa elica.

Trovata l'elica non è stato altrettanto facile istituire la teoria del suo funzionamento, anzi possiamo dire di esserne ancora ben lungi, ed è soltanto dall'analisi sperimentale che possiamo sperare di ottenere gli elementi da servirci di guida, allo stesso modo che si pratica per la marina, fintanto che non esisterà una vera e propria teoria meccanica dell'elica.

L'elica è costituita da 2 o più *ali* o *pale* a superfici elicoidali, fissate ad un mozzo, applicate all'estremità d'un albero. Queste ali sono costruite di seta verniciata, distesa in un telaio rigido, di alluminio, di lamiera d'acciaio, oppure di legno.

Le eliche si dividono in *sostentatrici* e *propulsive*, ma il loro studio non differisce, in ciò che è relativo in entrambi i casi, alla resistenza opposta dall'aria al loro avanzamento.

In generale può dirsi che nelle eliche sostentatrici la potenza motrice diminuisce col crescere del diametro e col diminuire il numero dei giri, in quelle propulsive invece maggiore è la velocità d'avanzamento, minore è il *rinculo* e più grande l'*efficacia;* intendendosi per rinculo la differenza tra la velocità che si otterrebbe se l'elica penetrasse nell'aria come una vite solida e la velocità reale di avanzamento, e per *efficacia* la potenza data per ogni HP.

Le formule generali usate per le eliche aeree sono le seguenti: per la forza di trazione T:

$$T = \alpha\, n^2\, d^4$$

Digitized by Google

e per la potenza P:

$$P = \beta\, n^3\, d^5$$

essendo

n, il numero dei giri,

d, il diametro

α e β dei coefficienti da determinarsi caso per caso.

Sulle caratteristiche di diametro e di velocità i pareri sono così discordi da essersi costituita una netta distinzione tra i sostenitori delle eliche a grande diametro ed a piccola velocità e quelli delle eliche piccole a grande velocità; i primi numerosi in Francia, i secondi in Germania, in Inghilterra ed in America.

Nelle pratiche applicazioni infatti troviamo l'elica Giffard di m. 3,40 di diam. e 120 giri al minuto, quella Tissandier, diametro m. 2,80 e giri 120, quella di Renard e Krebs m. 7.00 e 55 giri, quella Maxim, invece, intorno a mezzo metro di diametro e circa 2500 giri al minuto.

Tra i pareri così discordi tra loro, prevale oggidì una via media, ed è per questo che il dirigibile la *Ville-de-Paris* ha 2 eliche di 6 m. di diametro, ruotanti a circa 200 giri, quello Parseval un'elica del diametro di m. 4,30, l'aeroplano Wright 2 eliche di m. 2,60 di diam., ruotanti a 400 giri.

E sulla base dei risultati delle ultime applicazioni possiamo ritenere che il rendimento della maggior parte delle eliche aeree è oggidì molto basso e suscettibile di essere assai migliorato, e che per aumentare il rendimento e la stabilità, anzichè una sola elica applicata direttamente all'asse motore, è utile averne 2, azionate con trasmissione e con un rapporto di velocità come 1 sta a 2.

Sulle eliche aeree sono notevoli gli studi degli ufficiali del Genio militare italiano Ricaldoni e Crocco, ideatori del nostro dirigibile 1bis destinato all'esercito.

Digitized by Google

Principali elementi caratteristici dei più importanti Dirigibili ed Aeroplani

DIRIGIBILI

Colonel Renard — *Ad involucro flessibile:*

Lunghezza . . . . . m. 60,00
Diametro . . . . . » 10,60
Volume . . . . . m^3 4000
Impennaggio posteriore con palloncini.
Navicella fusiforme di m. 30,00.
Elica anteriore del diametro di m. 5,00.
Piani di profondità, dinanzi.
Timone di direzione, anteriore.
Motore da 100 HP.
Velocità propria: 40 Cm. all'ora.

Zodiac III — *Ad involucro flessibile e smontabile:*

Volume m^3 1500.
Navicella fusiforme.
Elica a tergo.
Piani di profondità, dinanzi.
Timone di direzione, posteriore.
Motore da 45 HP.
Velocità propria: 25 Cm. all'ora.

Gross II — *Ad involucro semirigido:*

Lunghezza . . . . . m. 66,00
Diametro . . . . . » 11,00
Volume . . . . . m^3 4500
Impennaggio a piani fissi, incrociati, posteriori.
Navicella di metallo, lunga m. 8,00.
Motori 2 da 100 HP ciascuno.
Eliche 2 a 3 pale, del diametro di m. 2,50.
Velocità: 40 Cm. all'ora.

Digitized by Google

Parseval III — *Ad involucro flessibile:*

Lunghezza . . . . . m. 69,00
Diametro . . . . . » 11,00
Volume . . . . . m^3 5600
Stabilizzatori con piani fissi, laterali, posteriori.
Motori 2 da 100 HP ciascuno.
Eliche 2 del diametro di m. 4,00.
Velocità: 60 Cm. all'ora.

Zeppelin IV — *Ad involucro rigido:*

Lunghezza . . . . . m. 135,00
Diametro . . . . . » 13,00
Volume . . . . . m^3 15000
Impennaggio con piani fissi e mobili, posteriori.
Navicelle 2 in alluminio, riunite da una passerella.
Eliche 4 a 4 pale, 2 a 2 laterali alle navicelle.
Piani di profondità in 4 serie laterali alle navicelle.
Timoni di direzione 2 all'impennaggio.
Motori 2 da 110 HP ciascuno.
Velocità: 56 Cm. all'ora.

Liberté — *Ad involucro semirigido:*

Lunghezza . . . . . m. 60,00
Diametro . . . . . » 10,50
Volume . . . . . m^3 3700
Impennaggio posteriore con piani fissi incrociati.
Navicella fusiforme lunga m. 8,00 inquadrata di tela.
Elica a 2 pale di metallo, a tergo.
Piani di profondità ad alette, laterali alla piattaforma rigida.
Timone di direzione alla coda.
Motore da 70 HP.
Velocità: 36 Cm. all'ora.

I^{bis} — *Ad involucro semirigido, tipo speciale:*

Lunghezza . . . . . m. 63,00
Diametro . . . . . » 10,00
Volume . . . . . m^3 3500
Impennaggio posteriore coi piani mobili di profondità e di direzione.
Navicella a canotto lunga m. 8,00.
Eliche 2 a 2 pale di metallo, del diametro di m. 2,40, laterali alla poppa della navicella.
Motore da 100 HP.
Velocità: 50 Cm. all'ora.

Digitized by Google

Clouth — *Ad involucro speciale tra il rigido ed il semirigido:*

Lunghezza	m.	42,00
Diametro	»	8,25
Capacità	m³	1700
Ballonet	»	350

Stabilizzatori con piani fissi, laterali, posteriori.
Piani di profondità, anteriori.
Timone di direzione, posteriore.
Motore di 40 HP a 4 cilindri.
Eliche 2 a 2 pale di legno, centrali, del diametro di m. 2,80.
Velocità: 40 Cm. all'ora.

È un tipo nuovo, per *sport*, provvisto inferiormente, in senso longitudinale dalle 2 parti, di una leggera armatura di legno alla quale è sospesa la navicella per una conveniente ripartizione del peso.

Ruthenberg — *Ad involucro speciale, semirigido, trasportabile:*

Lunghezza	m.	40,00
Diametro	»	6,50
Capacità	m³	1150
Ballonet	»	230

Stabilizzatori con piani fissi, laterali, posteriori.
Piani di profondità, mobili, anteriori.
Timone di direzione, posteriore.
Motore da 24 HP a 4 cilindri.
Elica a 4 pale, del diametro di m. 3,00.
Velocità: 50 Cm. all'ora.

È un tipo simile al precedente, ma con differenze importanti e sostanziali dai tipi comuni, che merita rilevare. È provvisto inferiormente di un'armatura in tubi di acciaio, alla quale è imbollonata la navicella, ed il sistema è facilmente smontabile e trasportabile sopra un *camion* ordinario.

La resistenza all'avanzamento è notevolmente ridotta per l'avvicinamento della navicella all'involucro, ciò che ha permesso di raggiungere la velocità di 50 Cm. all'ora con un semplice motore d'automobile da 24 HP.

La superficie del timone di profondità è di m² 8,00, cioè assai grande rispetto al pallone.

Digitized by Google

AEROPLANI

Biplano Farman:

Piani di sostegno. — Due uguali, sovrapposti, coperti di tela di speciale tessuto, fissata sopra costole di frassino. Larghezza m. 10,00, profondità m. 2,00, rapporto 5 a 1, area m² 40,00. È provvisto di coda a 2 piani dell'area di m² 7,45.

Propulsione. — Motore Gnome da 50 HP con 7 cilindri e raffreddamento ad aria. Un'elica a 2 pale di legno, del diametro di m. 2,55 e di 1200 giri al minuto primo.

Timone di direzione. — Composto di 2 superfici uguali, dell'area di m² 10, collocato all'estremità posteriore e governato a mezzo di una corda unita ad una leva.

Timone di elevazione. — Formato di una superficie di m² 4, posto sul davanti e governato a mezzo d'una leva.

Governo trasversale. — Le estremità di ciascun piano si muovono simultaneamente in senso contrario a quello delle opposte estremità, per mezzo della leva stessa del timone di elevazione.

Il peso totale varia da 500 a 600 Cg.. La velocità 60 Cm. all'ora.

Biplano Cody:

Piani di sostegno. — Due uguali, sovrapposti, coperti di tela, distanti tra loro m. 2,70 al centro e m. 2,40 alle estremità. Larghezza m. 15,60, profondità m. 2,25, rapporto 7 a 1, area m² 70.

Propulsione. — Motore da 80 HP a 8 cilindri, azionante 2 eliche a 2 pale ciascuna, del diametro di m. 2,50, con 600 giri in opposta direzione.

Timone di direzione. — Formato da 2 superfici poste una alla testa ed una alla coda, collegate insieme, dell'area di circa 4 m².

Timone di elevazione. — Due superfici uguali, nello stesso piano, della estensione di circa 18 m², poste anteriormente ed azionate con una leva.

Governo trasversale. — Formato da 2 alette piane di 3 m², poste a ciascuna estremità dei piani di sostegno, le quali si muovono in senso inverso. Anche le 2 parti del timone di elevazione possono essere mosse inversamente in aumento della stabilità laterale.

L'apparecchio pesa da 900 a 1000 Cg. e raggiunge la velocità di 60 Cm. all'ora.

Biplano Curtiss:

Piani di sostegno. — Due superfici identiche sovrapposte, formate d'un tessuto di seta, allacciato ed inchiodato all'armatura di legname. Larghezza m. 7,65, profondità m. 1,35, rapporto 5,65 a 1, area m² 20,50.

Propulsione. — Motore Curtiss da 25 HP a 4 cilindri. Muove direttamente, a 1200 giri al minuto, una elica a 2 pale del diametro di m. 1,80.

Digitized by Google

Timone di direzione. — Una sola superficie di 2 m², posteriore, mossa da una ruota per mezzo di un canapo passante nell'interno di una canna di bambù.

Timone di elevazione. — Doppia superficie di m² 2,25, posta sulla fronte, azionata per mezzo di una lunga leva.

Governo trasversale. — Due alette piane di circa 1 m² che si muovono in senso inverso, a volontà dell'aviatore, disposte all'estremità dei piani di sostegno.

Il peso totale è tra 240 e 260 Cg.. La velocità di 75 Cm. all'ora.

Biplano Wright:

Piani di sostegno. — Due superfici, identiche, sovrapposte, fatte di tela, stretta sopra e sotto alle costole di legno. Larghezza m. 12,50, profondità m. 2,00, rapporto 6,25 a 1, area m² 50.

Propulsione. — Motore Wright da 25 HP a 4 cilindri, con catene in direzione opposta, che azionano 2 eliche a 2 pale del diametro di m. 2,60, a 400 giri al minuto

Timone di direzione. — Doppia superficie di m² 2,00 collocata posteriormente e azionata per mezzo di una leva che l'aviatore tiene nella mano destra.

Timone di elevazione. — Posto dinanzi e costituito da una doppia superficie di m² 6,50, azionato dall'aviatore per mezzo di una leva che tiene nella mano sinistra.

Governo trasversale. — Si ottiene colla torsione in senso inverso, delle parti estreme delle superfici di sostegno, per mezzo della spostamento obliquo della leva che l'aviatore tiene nella mano destra.

Peso dell'apparecchio da 400 a 500 Cg.. Velocità: Cm. 60 all'ora.

Biplano Voisin:

Piani di sostegno. — Due superfici di tela, uguali, sovrapposte. Larghezza m. 11,00, profondità m. 2,00, rapporto 5,5 a 1, area m² 44,00.

Propulsione. — Motore di 50 HP azionante direttamente una elica a 2 pale del diametro di m. 2,30, alla velocità di 1200 giri per minuto.

Timone di direzione. — Una superficie di m² 2,30 posta nel mezzo della cellula posteriore, azionata con una ruota.

Timone di elevazione. — Una superficie di m² 3,80 situata sulla fronte e azionata per mezzo della ruota suddetta.

Governo trasversale. — Nessuno speciale dispositivo. Esistono però 4 superfici verticali che dividono i 2 piani di sostegno in celle ed una cella costituisce anche la coda.

Il peso totale è di 500 a 600 Cg.. Velocità: 56 Cm. all'ora.

Biplano Voisin (nuovo modello):

Piani di sostegno. — Due superfici uguali sovrapposte.

Larghezza	m. 11,10
Profondità	» 1,50
Rapporto	da 7,4 a 1
Area	m² 33.

Digitized by Google

Propulsione:

48 HP a 4 cilindri.

1 elica anteriore a 2 pale di metallo

diametro m² 2,15

giri al 1′, 1300.

Timone di direzione e di elevazione, combinati nella cellula che costituisce la coda e azionati da una ruota con canapo. Timone di direzione, m² 4,65; timone di elevazione m² 7,45.

Governo trasversale. — Nessun dispositivo. Stabilità automatica con 4 diaframmi verticali tra i piani di sostegno.

Peso totale 360 a 430 Cg,

Velocità circa 80 Cm.

Monoplano Antoinette:

Piano di sostegno. — Superficie a doppio trapezio.

Larghezza	m. 13,80
Profondità media	» 2,45
Rapporto	da 5,6 a 1
Area	m² 33,80

Propulsione:

50 HP a 8 cilindri.

Elica ad azione diretta a 2 pale di metallo

diametro m. 2,20

giri al 1′, 1100.

Timone di direzione. — Posteriore: 2 superfici triangolari dell'area 1 m², mosse da leva e canapo.

Timone di elevazione. — Posteriore: una superficie triangolare dell'area di m² 1,85, azionata da una ruota che l'aviatore tiene colla mano destra.

Governo trasversale. — Alette governate con ruota e canapo, colla mano sinistra dell'aviatore.

Peso Cg. 470 a 500.

Velocità: 48 Cm. all'ora.

Monoplano Santos-Dumont:

Piano di sostegno:

Larghezza	m. 5,40
Profondità	» 2,00
Rapporto	da 2,7 a 1
Area	m² 10,80

Propulsione:

30 HP a 2 cilindri.

1 elica ad azione diretta, a 2 pale

diametro m. 1,00

giri al 1′, 1400.

Digitized by Google

Timoni di direzione e di elevazione. — A forma di ventaglio, posti all'estremità posteriore e combinati tra loro opportunamente. Quello di direzione ha l' area di circa 2 m., l'altro è un poco minore.

Governo trasversale. — Con torsione delle estremità del piano di sostegno.

Peso Cg. 150 a 170.

Velocità: Cm. 80 all'ora.

Monoplano Blériot XII — È provvisto di coda dell'area di m² 2,00.

Piano di sostegno:

Larghezza	m. 9,00
Profondità	» 2,25
Rapporto	da 4 a 1
Area	m² 20,25

Propulsione:

35 HP a 8 cilindri.

1 elica anteriore a 4 pale

diametro m. 2,65

giri al 1′, 600.

Timone di direzione. — 1 superficie all'estremità della chiglia, azionata da 1 leva.

Timone di elevazione. — 1 superficie posteriore: area m² 1,85.

Governo trasversale. — Con torsione in senso inverso delle estremità del piano di sostegno.

Peso Cg. 520 a 590.

Velocità: Cm. 56 all'ora.

Monoplano Blériot XI — A coda piana.

Piano di sostegno:

Larghezza	m. 8,45
Profondità	» 1,95
Rapporto	da 4,35 a 1
Area	m² 16,50

Propulsione:

23 HP a 3 cilindri.

Elica anteriore a 2 pale, azionata direttamente

diametro m. 2,00

giri al 1′, 1350.

Timone di direzione. — Posteriore: area m² 0,40.

Timone di elevazione. — Due superfici attaccate all'estremità della coda, dell'area di m² 1,60.

Governo trasversale. — A torsione delle estremità del piano di sostegno.

Digitized by Google

Monoplano Pelterle — A coda piana:

Piano di sostegno:

Larghezza . . . . . m. 10,50
Profondità . . . . . » 1,85
Rapporto . . . . . da 5,70 a 1
Area . . . . . m² 19,40

Propulsione:

35 HP a 7 cilindri,
Elica a 4 pale di alluminio, anteriore
diametro m. 2,00
giri al 1′, 900.

Timone di direzione. — Superficie dell'area di circa m² 0,75 posto quasi al centro dell'apparecchio, azionato da 1 leva, colla mano destra.

Timone di elevazione. — Posteriore, dell'area di m² 1,85, azionato da una leva colla mano sinistra.

Governo trasversale. — Con torsione delle parti estreme del piano di sostegno.

Peso Cg. 400 a 440.

Velocità: Cm. 43 all'ora.

Monoplano Grade:

Piano di sostegno:

Larghezza . . . . . m. 9,00
Profondità . . . . . » 2,85
Rapporto . . . . . da 3,2 a 1
Area . . . . . m² 25,65

Propulsione:

24 HP a 4 cilindri.
1 elica anteriore a 2 pale di metallo
diametro m. 1,50
giri al 1′, 1000.

Timone di direzione. — Posteriore: area m² 1,50.

Timone di elevazione. — Posteriore: area m² 1,70.

Governo trasversale. — Con torsione del piano di sostegno.

Peso Cg. 325 a 420.

Velocità: 70 Cm. all'ora.

Digitized by Google

Farman

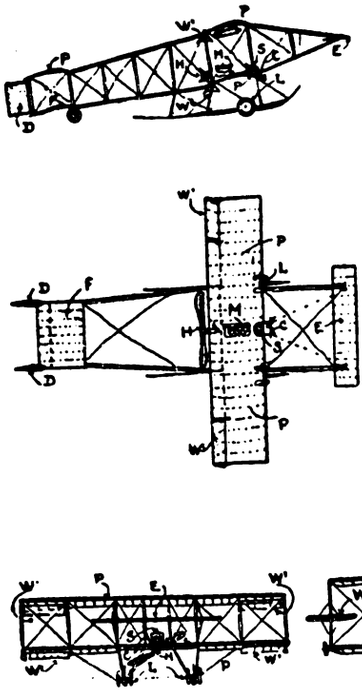


Fig. 58.

Cody

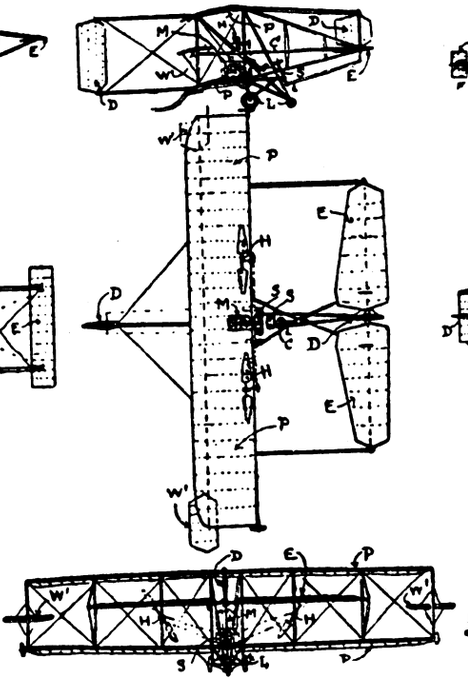


Fig. 59.

Curtiss

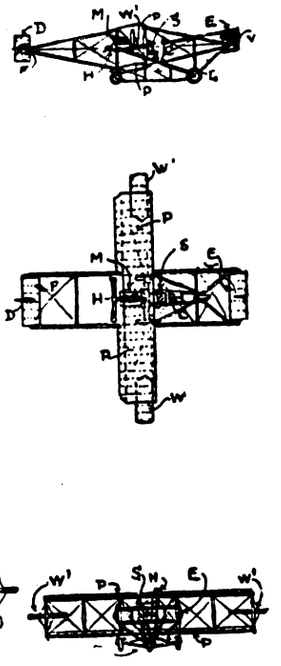


Fig. 60.

Wright

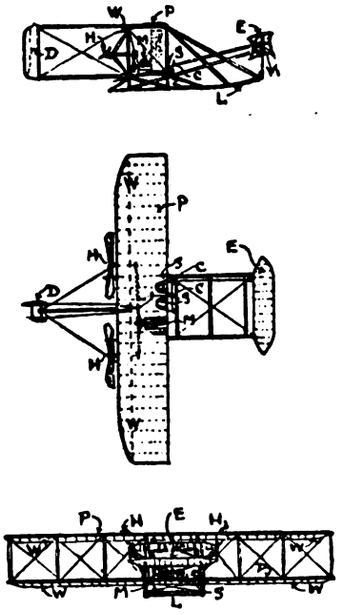


Fig. 61.

Voisin

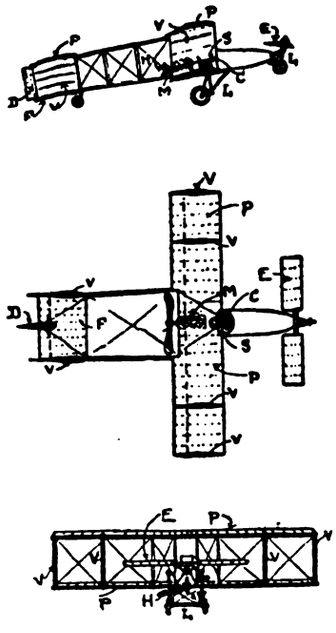


Fig. 62.

Voisin 1909

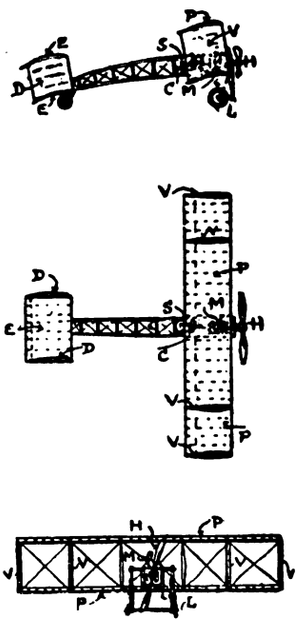


Fig. 63.

P — Piani di sostegno.
V — » verticali.
F — Coda.

W — Superfici d'equilibrio.
W' — Alette d'equilibrio.
E — Timone di elevazione.

Digitized by Google

Antoinette

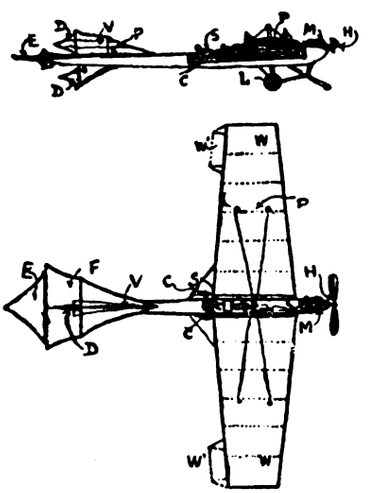


Fig. 64

Santos Dumont

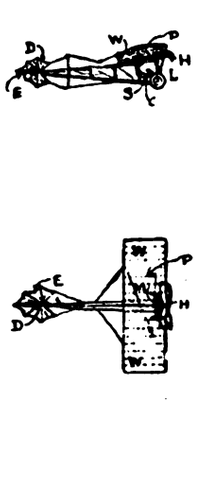


Fig. 65.

Bleriot XII

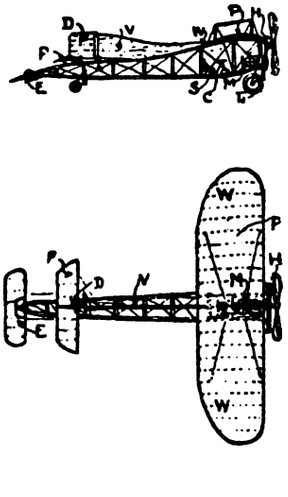


Fig. 66.

Bleriot XI

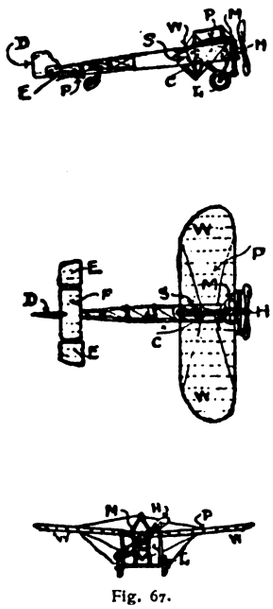


Fig. 67.

Esnault Pelterie

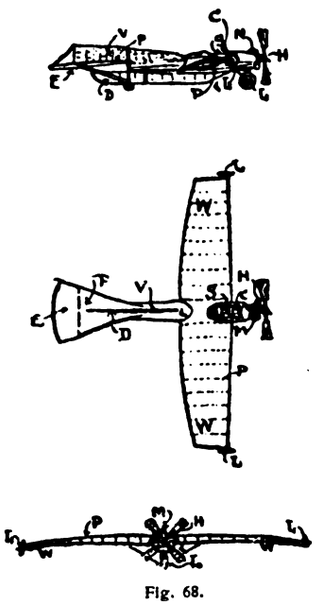


Fig. 68.

Grade

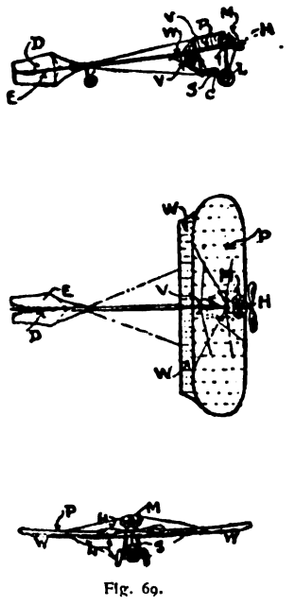


Fig. 69.

D — Timone di direzione.
M — Motore.
H — Elica.
S — Sedile per l'aviatore.
C — Leva di manovra.
L — Apparecchio di slittamento.

Digitized by Google

INDICE

Prefazione . . . . . *Pag.* 5

Note tecniche:

Di alcuni gas . . . . . » 7

Barometria . . . . . » 10

Aerostatica e Aerodinamica . . . . . » 14

Aeronautica . . . . . » 17

Il progresso storico dell'Aeronautica:

Aviazione . . . . . » 21

Caratteristiche dei principali tipi di Aeroplani . . . . . » 34

Aerostati e Dirigibili . . . . . » 35

Flotte aeree delle principali Nazioni estere nel 1909 . . . . » 48

L'Aeroplano . . . . . » 53

Il Dirigibile . . . . . » 62

L'Aeroplano Wright . . . . . » 70

Il Dirigibile Zeppelin . . . . . » 73

Motori leggeri ed Eliche aeree . . . . . » 75

Principali elementi caratteristici dei più importanti Dirigibili ed Aeroplani:

Dirigibili . . . . . » 81

Aeroplani . . . . . » 84

Aeroplano Wright — Indice delle parti più importanti della tavola decomponibile.
Dirigibile Zeppelin » » » » »

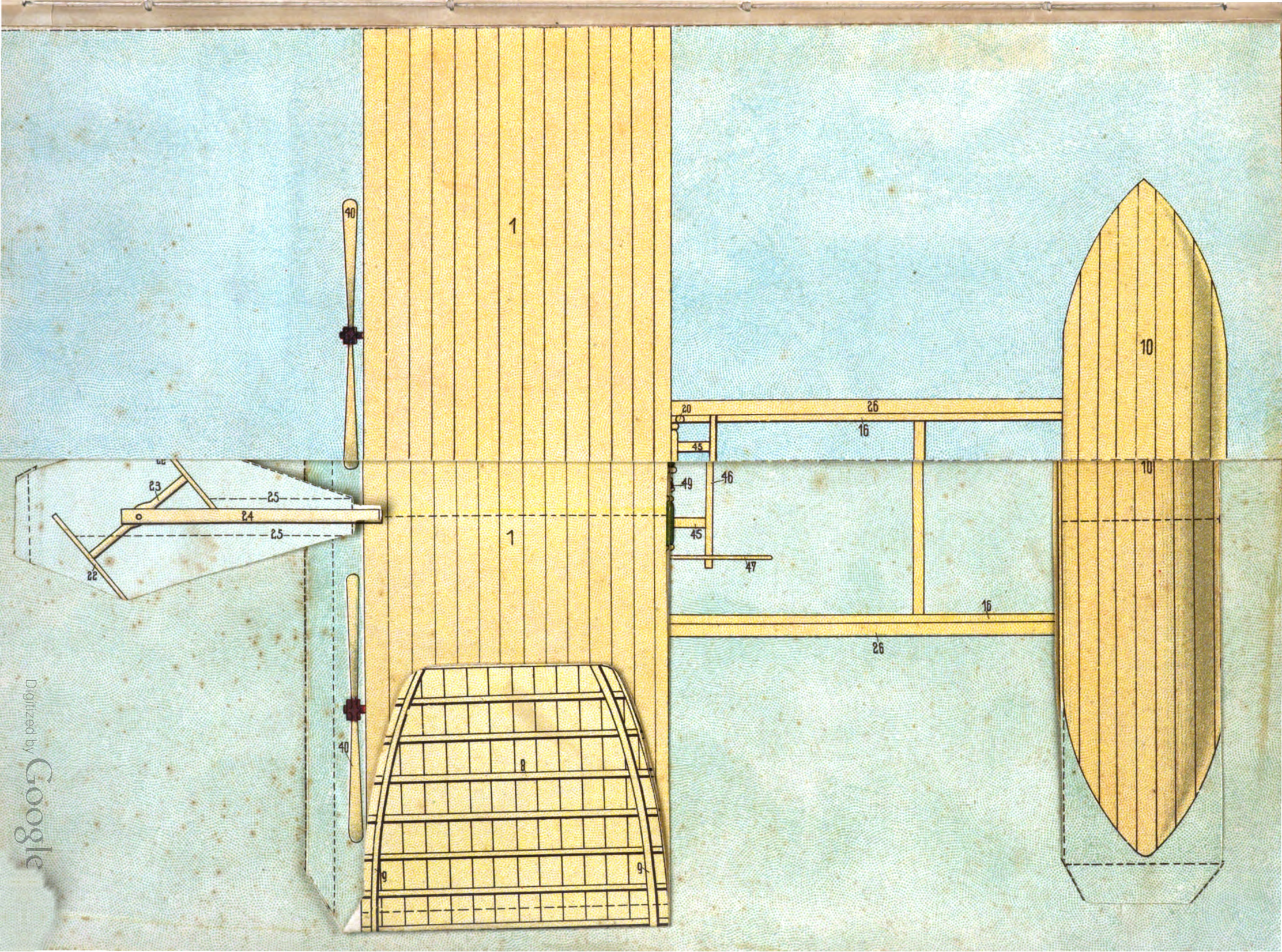
Digitized by Google

AEROPLANO WRIGHT

INDICE DELLE PARTI PIÙ IMPORTANTI DELLA TAVOLA DECOMPONIBILE

1. — Velatura superiore sostentatrice.
2. — Velatura inferiore sostentatrice.
3. — Estremità della velatura superiore soggetta a torsione *(gauchissement)*.
4. — Estremità della velatura inferiore soggetta a torsione.
5. — Longarone piatto della velatura superiore.
6. — Longarone piatto della velatura inferiore.
7. — Montanti d'unione delle due velature.
8. — Nervature curve che sopportano la tela delle ali.
9. — Tiranti in filo d'acciaio.
10. — Timone di profondità (velatura superiore).
11. — Timone di profondità (velatura inferiore).
12. — Asse longitudinale di legno del timone di profondità.
13. — Nervature di legno del timone di profondità.
14. — Bordo di legno del timone di profondità.
15. — Montanti d'attacco del timone coi pattini.
16. — Pezzi d'unione del timone col grande piano inferiore.
17. — Tubo d'acciaio che costituisce l'asse di rotazione del timone.
18. — Leva a snodo applicata all'asse di rotazione.
19. — Asta di comando del timone di profondità.
20. — Manovella di comando del timone di profondità.
21. — Asse della manovella del timone di profondità.
22. — Piani verticali del timone di direzione.
23. — Sbarre di legno che collegano i piani suddetti.
24. — Sbarre di legno che collegano le suddette sbarre alle grandi superfici di sostentamento.
25. — Tiranti di manovra del timone di direzione.
26. — Pattini di sostegno dell'apparecchio.
27. — Montanti di attacco dei pattini col piano inferiore.
28. — Traverse di collegamento dei montanti suddetti.
29. — Tiranti d'unione dei pattini colle grandi superfici alari.
30. — Motore.
31. — Albero motore.
32. — Marmitta dello scappamento.
33. — Tubi di scappamento.
34. — Valvole d'ammissione.
35. — Sopporto del motore.
36. — Recipiente della benzina.
37. — Tubi d'ammissione.
38. — Cassetta d'ammissione.
39. — Pompa della benzina per l'ammissione.
40. — Eliche.
41. — Alberi di comando delle eliche.
42. — Sopporto dell'albero motore.
43. — Trasmissione pel comando delle eliche.
44. — Sedili degli aviatori.
45. — Sostegni in legno dei sedili.
46. — Sbarra di collegamento dei suddetti sedili e poggia-piedi.
47. — Pezzo d'attacco della corda pel trasporto dell'apparecchio al momento dello slancio.
48. — Pernio di rotazione del pezzo di legno suddetto.
49. — Leva del timone di direzione e della torsione.
50. — Comando del timone di direzione.
51. — Braccio di leva di attacco dei tiranti del timone di direzione.
52. — Asse di rotazione del braccio suddetto.
53. — Comando della torsione.
54. — Sopporti dell'asta di comando suddetto.
55. — Attacco della corda di comando della torsione.
56. — Corda di comando della torsione.
57. — Anelli nei quali scorre la corda suddetta.

Digitized by Google



Digitized by Google

32101 048877326

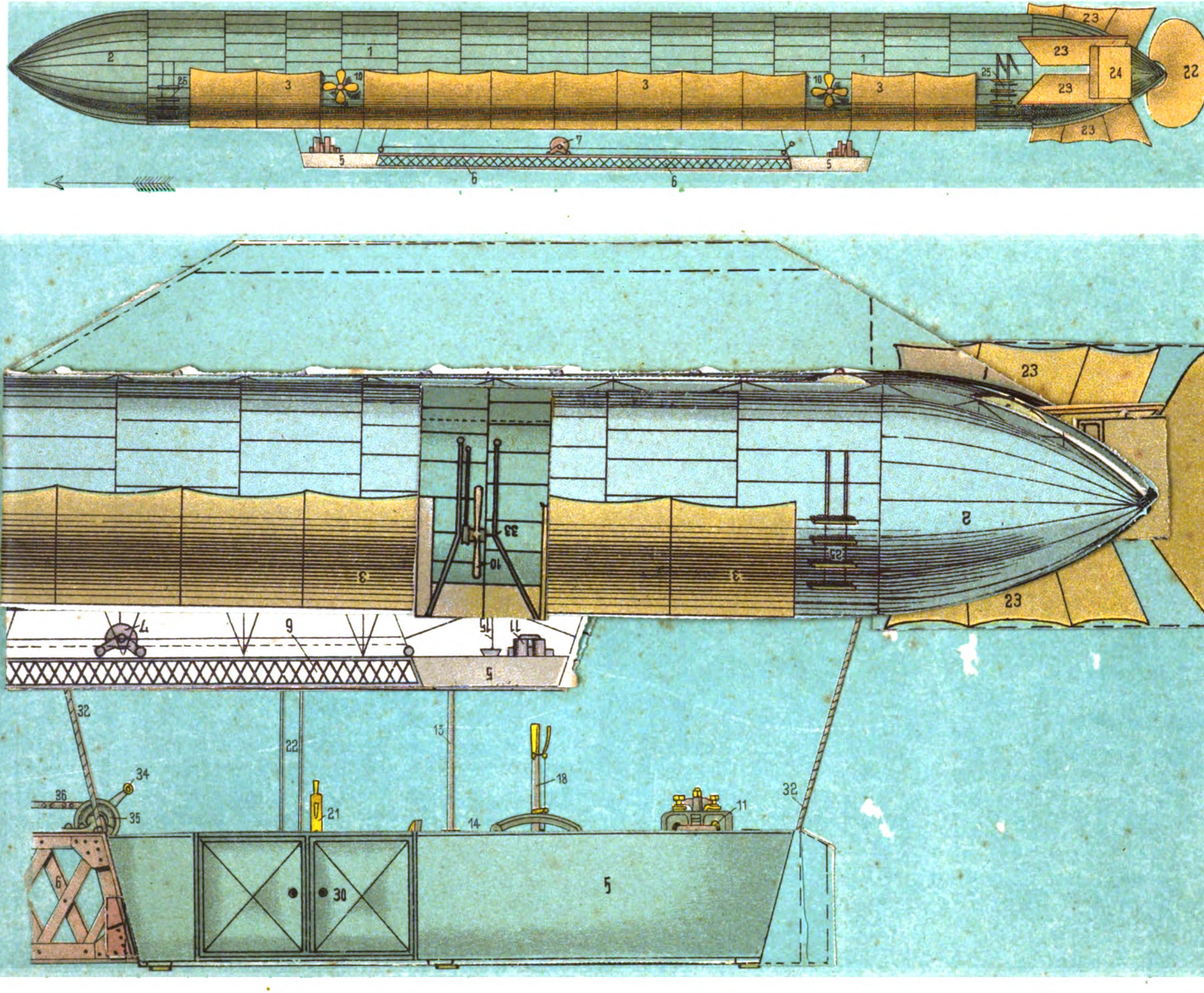
DIRIGIBILE ZEPPELIN

INDICE DELLE PARTI PIÙ IMPORTANTI DELLA TAVOLA DECOMPONIBILE

1. — Involucro rigido d'alluminio.
2. — Estremità dell'involucro.
3. — Velatura di tela.
4. — Armatura longitudinale.
5. — Navicelle.
6. — Ponticello tra le due navicelle.
7. — Peso scorrevole.
8. — Valvole di gonfiamento.
9. — Valvole di scarico.
10. — Eliche propulsive.
11. — Motori.
12. — Albero del motore.
13. — Ingranaggi conici.
14. — Sopporti e cuscinetti.
15. — Albero verticale.
16. — Sopporto e cuscinetto.
17. — Albero di rinvio.
18. — Leva del timone.
19. — Innesto dell'albero motore.
20. — Volano.
21. — Ruota del timone.
22. — Timone di direzione e suoi tiranti.
23. — Velatura di governo.
24. — Velatura a persiana.
25. — Superfici di sostegno
26. — Serbatoio dell'acqua.
27. — Serbatoio della benzina.
28. — Sedili.
29. — Sopporto a cavalletto del timone.
30. — Porte delle navicelle.
31. — Base del motore.
32. — Funi di sostegno delle navicelle.
33. — Alberi delle eliche.
34. — Manovella pel peso scorrevole.
35. — Ruota a denti »
36. — Catena di trazione »

B — Palloncini *(Ballonets)*.

Digitized by Google



Digitized by Google

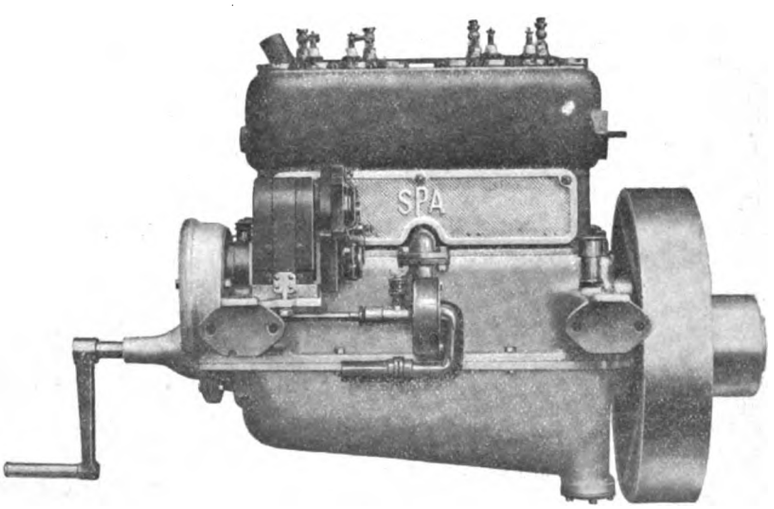
Digitized by Google

Aeroplani
e Motori S.P.A.

Nelle continue ricerche di questi ultimi anni per portare la navigazione aerea e l'aviazione a dei risultati pratici l'Italia non è rimasta ultima, e se i risultati conseguiti non hanno attratto l'attenzione del gran pubblico, ciò si deve a condizioni speciali nelle quali i tentativi si svolsero e non certamente a mancanza di genialità e senso pratico nei tentativi stessi.

La questione più vitale che si imponeva per la risoluzione dell'importante problema stava nel trovare il motore che, alle doti di solidità e sicurezza, accoppiasse la leggerezza necessaria per l'uso speciale a cui era destinato.

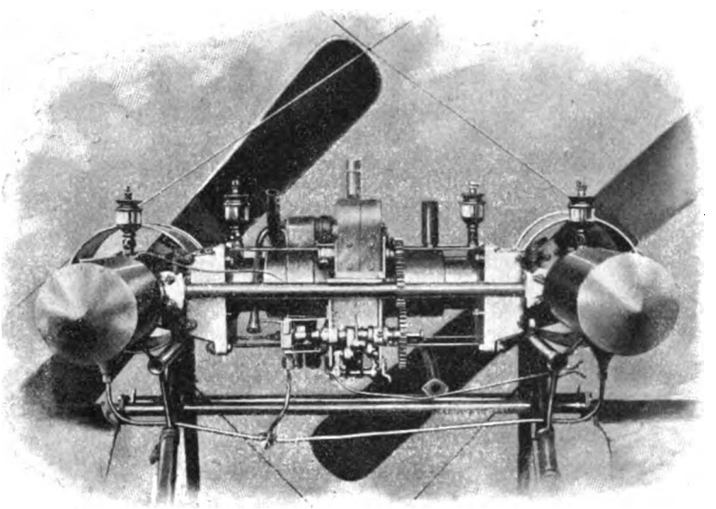
La **SPA** di Torino ebbe il vanto di fornire il primo motore italiano al dirigibile del conte Almerigo da Schio, che dopo felicissime evoluzioni dovette interrompere le esperienze in seguito ad un incidente dovuto all'eccessiva violenza del vento. L'esito brillante di queste prime esperienze indusse però due campioni dell'areonautica italiana Celestino Usuelli e Nico Piccoli ad adottare per i loro dirigibili i motori **SPA,** e saranno forniti appunto di questi motori i dirigibili che ora sono in costruzione e che inizieranno fra breve le loro escursioni.



Motore per Dirigibile.

Digitized by Google

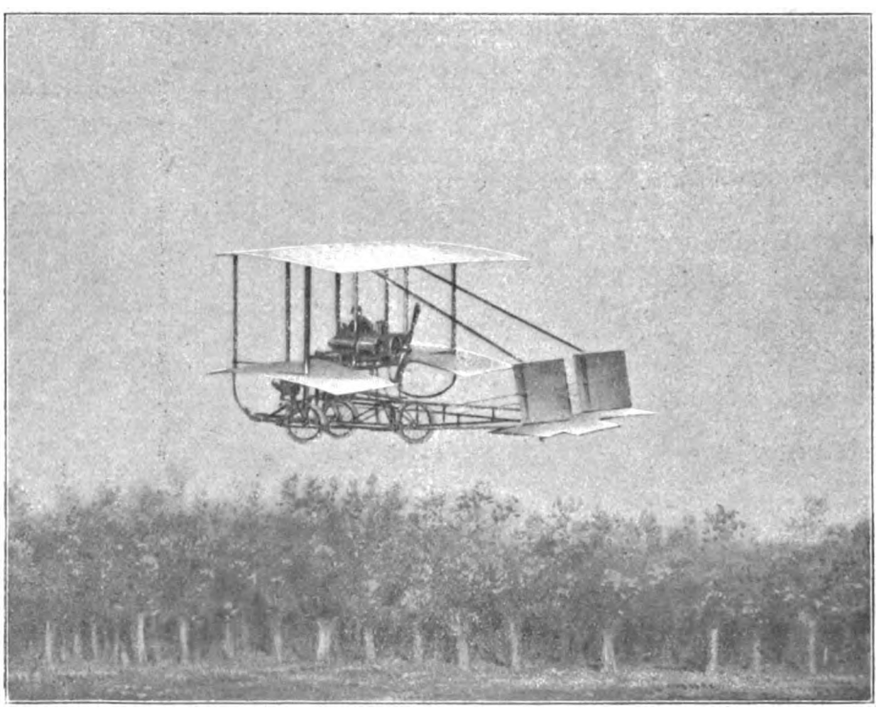
Nel campo dell'aviazione la **SPA** associava alle proprie ricerche la genialità indiscussa dell'ing. Faccioli, e sui disegni da lui forniti costruiva un motore a pistoni contrapposti in uno stesso cilindro con esplosione centrale, che doveva dare dei risultati non mai raggiunti prima d'ora. Ma l'ing. Faccioli, che già da quindici anni aveva scritto un trattato sulla teoria del volo, completava l'opera propria disegnando un areoplano poderoso che iniziava le esperienze nel 1908.



Motore per aviazione.

In seguito però ai primi risultati di tali primi esperimenti si riteneva opportuno anche per una maggiore praticità, di sostituire all'apparecchio prima costruito, pesante oltre 500 kgr., con motore di 80–100 HP, un altro apparecchio, che pure essendo fatto secondo gli stessi principii, non pesa che 170 kgr. ed ha un motore della forza di 25 HP.

Il motore è ad un solo cilindro orizzontale con due pistoni che direttamente fanno



Aeroplano in volo.

funzionare le due eliche, ha un regime di 1200 giri ed ha un peso di 50 kgr., ciò che

Digitized by Google

rappresenta 2 kgr. per HP, e rende certamente questo motore il più leggero per aeroplani finora creato.

Il biplano è piccolissimo, l'apertura delle ali è di m. 6,70, l'altezza di m. 2,20, e la lunghezza totale non supera i m. 3,50. L'apparecchio poggia su un leggero triciclo le cui ruote anteriori sono orientabili, la coda è libera ed è munita di un equilibratore centrale e di due timoni che l'aviatore comanda con un semplicissimo movimento di un solo albero. Una piccola leva che regola l'accensione è situata alla sinistra dell'aviatore. Il motore piazzato in alto, dietro il pilota, è mascherato dal radiatore a nido d'api.

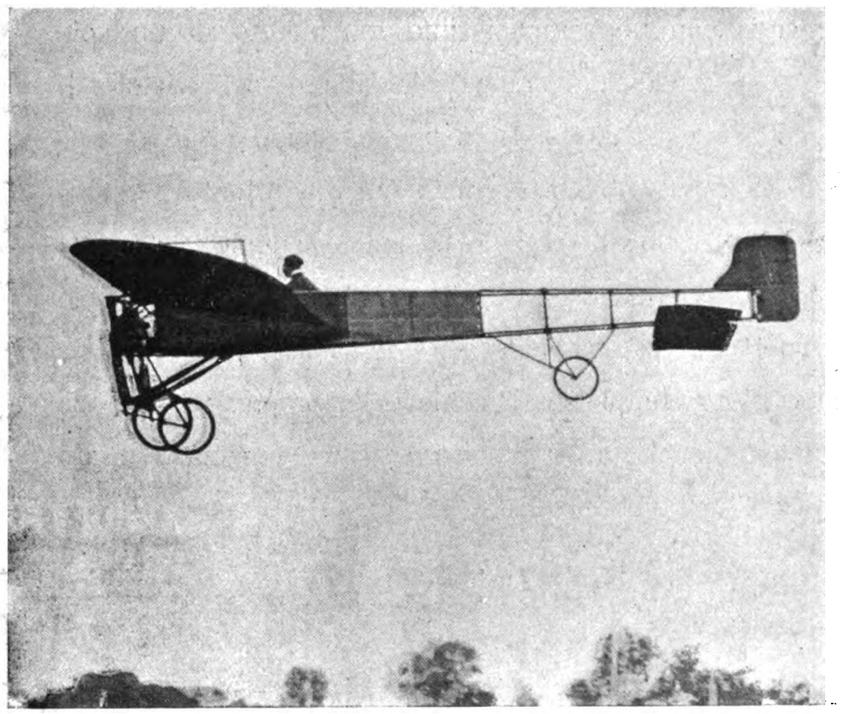
I voli che quest'apparecchio ha compiuto, hanno segnato un vero trionfo per l'industria prettamente italiana, e la **SPA** dopo di essi ha intrapreso su più vasta scala la costruzione degli apparecchi e dei motori per aviazione. Seguendo lo stesso principio ha costruito anche un motore da 50 HP, completando la serie dei motori per aviazione allo stesso modo come aveva prima d'ora completata la serie delle proprie vetture, sia industriali che da turismo. E certamente anche in questo campo raggiungerà l'ambìto primato che ha ottenuto nel campo dell'automobilismo.

Digitized by Google

Continental - Caoutchouc e Gutta-Percha - Compagnie - Hannover

Telefono N. 20-45 - MILANO - Via Bersaglio, 36

La Trionfale TRAVERSATA della MANICA



Il BLÉRIOT XI alla partenza da Sangatte.

fu compiuta dall'aviatore francese

BLÉRIOT

volando da CALAIS a DOVER in 37 minuti sul suo monoplano costruito coll'ottimo

Tessuto Gommato per Aeroplani

CONTINENTAL

Quasi tutti i dirigibili del mondo sono fatti con

Tessuto Gommato Continental

che viene pure preferito dagli aviatori per la sua

OTTIMA QUALITÀ

Libreria Editrice S. LATTES & C. - Torino

Pubblicazioni recentissime:

DAINOTTI - **Gli aeroplani** — in-12° con incisioni . . . . . L. **2 —**

BASSOLI - **Elementi di aerostatica, aeronautica e aviazione** — in-12° con 94 incisioni . . . . . » **2 —**

DE MARIA - **Navigazione aerea (aviazione)** — in-12° con incisioni . . . » **3,50**

MAGRINI - **La navigazione aerea e gli aeroplani** — con 128 incisioni . . » **2 —**

RENARD - **L'aviation** - Conférences faites en 1909 — in-8° con incisioni . . » **5,50**

PETIT - **Comment on construit un aéroplane** — in-12° con 93 figure » **2,50**

CALDERARA, BANET-RIVET - **Manuel de l'aviateur constructeur** — in-8° con incisioni, legato . . . . . » **7 —**

BAUDRY DE SAUNIER - **Éléments de locomotion aérienne** - in-8° con incisioni **6,50**

NOALBAT - **Navigation aérienne et navigation sousmarine** — in-8° con molte incisioni . . . . . » **4,50**

PEYREY - **Les oiseaux artificiels** — in-8° con molte incisioni . . . . . » **13,50**

SAZERAC DE FORGE - **La conquête de l'air** — 2ª ediz. con 269 incisioni e schemi **13,50**

HIRAM, MAXIM - **Le vol naturel et le vol artificiel** . . . . . L. **6,50**

BERGET - **La route de l'air** - Aéronautique, aviation, histoire, théorie, pratique — con 82 diagrammi e 66 incisioni » **16,50**

GIRARD - **Les ballons dirigeables** - Théorie - Applications — in-8° con 174 incisioni . . . . . » **5,50**

ROLLS - **Comment vole un aéroplane** — in-8° con 45 incisioni nel testo . » **3 —**

DUJARDIN - **Substentation, propulsion et évolution de l'aéroplane** — in-8° con figure . . . . . » **3,50**

FONTAINE - **Comment Blériot a traversé la Manche** — in-8° con 74 figure nel testo **3,50**

MONTESSUS - **L'aviation**: Hier, aujourd'hui, demain — in-8° . . . . . » **1,50**

LELASSEUX et MARQUE - **L'aéroplane pour tous** — in-8° con incisioni . » **2,50**

GRAFFIGNY - **Les aéroplanes** — in-8° con incisioni . . . . . » **4,50**

Encyclopédie de l'aviation et Revue mensuelle des publications aéronautiques - Pubblicati 12 fascicoli con illustrazioni e schemi, ogni fascicolo » **0,75**

Digitized by Google

Digitized by Google

Prezzo del presente Volume: **Lire OTTO.**

S. LATTES & C. - Editori - Torino

INSEGNAMENTO TECNICO CON MODELLI SCOMPONIBILI

FUMERO F. E. — **La Macchina dinamo-elettrica.** Come funziona e come è costruita. Descrizione popolare — Un vol. in 4° con 44 figure nel testo e grande tavola scomponibile a colori. Seconda edizione riveduta e migliorata . . L. 4 —

— **Il Motore elettrico.** Come funziona e come è costruito. Trattazione popolare. Seconda edizione riveduta ed aumentata — Un vol. in 4° con 29 figure nel testo e grande tavola scomponibile a colori . . . . . » 4 —

— **La Luce elettrica.** Come si produce e come si paga. Trattazione popolare — Un vol. in 4° con una grande tavola scomponibile a colori e 24 fig. nel testo » 4 —

FERRERO M. — **Il Motore a gaz.** Come funziona e come è costruito — Un vol. in 4° con 14 figure nel testo e grande tavola scomponibile a colori . . . » 4 —

— **La Turbina a vapore.** Come funziona e come è costruita — Un vol. in 4° con figure e grande tavola scomponibile a colori *(di prossima pubblicazione).*

— **La Locomotiva.** Come funziona e come è costruita. Descrizione popolare — Un vol. in 4° con una grande tavola scomponibile e 13 figure intercalate nel testo. Seconda edizione riveduta e corretta . . . . . » 4 —

CEI L. — **La Caldaia multitubolare.** Come funziona e come è costruita — Un vol. in 4° con 51 figure nel testo ed una grande tavola scomponibile a colori 4 —

— **La Locomobile e la Semifissa moderna.** Come funzionano e come sono costruite — Un vol. in 4° con 57 fig. nel testo e una tavola colorata scomponibile » 4 —

MARENCO E. — **L'Accumulatore elettrico.** Come funziona e come è costruito. Descrizione popolare — Un vol. in 4° con figure *(di prossima pubblicazione).*

FORNARI U. — **La Macchina a vapore.** Modello di motrice fissa con distribuzione a cassetto e meccanismo d'espansione Meyer — Un vol. in 4° con figure e tavole colorate scomponibili . . . . . » 4 —

— **Il Telefono.** Descrizione elementare di una posta telefonica, con cenni intorno alla teoria ed alla storia del telefono — Un vol. in 4°, con figure e tavole colorate scomponibili . . . . . » 4 —

Nella stessa Collezione:

Ing. ENRICO MARCHESI

L'AUTOMOBILE

Come funziona e come è costruito

Con molte figure intercalate nel testo ed una grande tavola scomponibile a colori.

Quarta edizione completamente rifatta.

Digitized by Google